

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco – 2021**

**Para optar el Título Profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor: Bach. Luis Nelson SANCHEZ HUAMAN**

**Asesor: Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**

**Cerro de Pasco, Perú – 2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco – 2021**

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

-----  
Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA

PRESIDENTE

-----  
Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

MIEMBRO

-----  
Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO

MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A Dios; Por darme vida, salud y regalarme una familia maravillosa que siempre estará en mi corazón.

A mis padres; por guiarme orientarme en esta carrera, por su apoyo, sus consejos que siempre fueron y serán una guía en mi vida. Porque sin su apoyo, dedicación y atención nunca hubiera podido alcanzar esta meta, porque siempre estuvieron en los momentos en los momentos más difíciles para apoyarme y darme sus sabios consejos e inculcarme valores que guían mi vida.

A mis hermanos; Por contar con su apoyo incondicional y entusiasmo en todo momento.

Al Mg. Pedro Yarasca Cordova, Asesor, por su apoyo incondicional en la planificación, elaboración y ejecución del presente proyecto de investigación.

Al Ingeniero Ramiro DE LA CRUZ FERRUZO (Q.E.P.D. y D.D.G.), quien con su apoyo incondicional y conocimiento iniciaron y encaminaron el proceso de investigación.

A los docentes Universitarios de la escuela de formación profesional de Ingeniería Civil, quienes con sus conocimiento, esfuerzo y dedicación contribuyeron a mi formación académica profesional.

A todos mis amigos y personas, quienes con su apoyo contribuyeron a la realización de la presente investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente, agradecer a dios por haberme permitido iniciar, desarrollar y concluir con éxito la presente investigación, también al Ingeniero RAMIRO DE LA CRUZ FERRUZO, (Q.E.P.D. y D.D.G.), quien fue guía en la elaboración de la presente investigación de tesis. De igual forma al Magister PEDRO YARASCA CORDOVA, (Asesor de Tesis), quien nos guió acertadamente en el desarrollo de este trabajo y otorgo toda la colaboración necesaria para poder llegar a culminar el presente.

Se agradece además a los profesionales del laboratorio de mecánica de suelos, materiales y concreto, ZEMCO INGENIEROS SAC, por apoyarnos y permitirnos realizar los ensayos de laboratorio necesarios y proporcionarnos información relevante para el estudio.

Por último, queremos agradecer a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por habernos proporcionado los conocimientos y la visión necesaria para desarrollar este proyecto.

## RESUMEN

Lo buscado en la investigación es; determinar los valores de las propiedades físicas y mecánicas más importantes del concreto, cuando son elaboradas con diferentes tipos de agregados, (piedra triturada, grava y hormigón), para luego evaluar las diferencias existentes en sus propiedades básicas.

Con la determinación y diferenciación de los valores en las propiedades del concreto, buscamos ayudar a la mejor elección del agregado, en base a los requerimientos de determinadas obras, y optimizar así el uso de cada uno de los agregados, lo que al final tendrá repercusiones económicas.

Para conseguir esto, se caracterizaron los materiales que compondrán los concretos y se realizaron ensayos en las propiedades físicas y mecánicas más relevantes del concreto, con el uso de diferentes tipos de agregados, los mismo que tiene un mismo origen, manteniendo los demás componentes del concreto, así como los procedimientos constantes, esto para garantizar que la diferencia de resultados sean únicamente debido a la diferencia de agregados.

Los ensayos elegidos referidas a las propiedades físicas y mecánicas del concreto son; la consistencia y el peso unitario, correspondiente a la primera y la resistencia a la compresión y flexión correspondientes a la segunda, los mismos que fueron elegidos por ser los más representativos en la calificación de un concreto.

Adicional a ello se hace una evaluación del costo por metro cubico de concreto para saber la diferencia existente entre los diferentes tipos de concreto.

Los ensayos realizados para determinar las propiedades del concreto fueron realizados en base a la norma NTP y ASTM, correspondientes, de donde correspondiente a la consistencia el mayor asentamiento corresponde al concreto Tipo 03 (Hormigón), con 17.73 cm ò 6.98", seguido por el concreto Tipo 02 (Piedra Grava) con 13.37 cm ò

5.26” y con menor asentamiento el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) con 8.40 cm ò 3.31”.

Respecto al peso unitario fresco el Concreto Tipo 03, (Hormigón), tiene el valor más alto (2,419.94 kg/m<sup>3</sup>), seguido por el Concreto Tipo 02 (Piedra Grava), (2,405.76 kg/m<sup>3</sup>) y finalmente el valor más bajo lo tiene el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada), (2,397.58 kg/m<sup>3</sup>).

En el peso unitario endurecido el Concreto Tipo 02, (Piedra Grava), tiene el valor más alto (2,288.56 kg/m<sup>3</sup>), seguido por el Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada), (2,288.19 kg/m<sup>3</sup>) y finalmente el valor más bajo lo tiene el concreto Tipo 03 (Hormigón), (2,278.70 kg/m<sup>3</sup>).

Respecto a la resistencia a la compresión; a la edad temprana de 7 días los valores mayores los obtuvo el Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada), 181.01 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los concretos Tipo 02 (Piedra Grava) 159.49 kg/cm<sup>2</sup>, y Concreto Tipo 03 (Hormigón), 136.82 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) presenta un valor de 214.68 kg/cm<sup>2</sup>, el Concreto Tipo 02 (Piedra Grava), 175.79 kg/cm<sup>2</sup> y el Concreto Tipo 03 (Hormigón), 153.79 kg/cm<sup>2</sup>. A los 28 días el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) presenta un valor de 339.46 kg/cm<sup>2</sup>, el Concretos Tipo 02 (Piedra Grava), 284.43 kg/cm<sup>2</sup> y el Concreto Tipo 03 (Hormigón), 242.61 kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente, la resistencia a la flexión a la edad de 28 días el Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) tiene los valores más altos con 47.25 kg/cm<sup>2</sup>, el Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) con 34.50 kg/cm<sup>2</sup>, y el Concreto Tipo 03 (Concreto con Hormigón) con 25.65 kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto a la evaluación del costo por metro cubico de concreto a la edad de 28 días el Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) tiene el costo más alto con S/. 333.68, el

Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) con S/. 303.01 y finalmente el Concreto Tipo 03 (Hormigón) con S/. 298.83.

**Palabras Clave:** Propiedades físicas y mecánicas del concreto, concretos elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.

## **ABSTRACT**

What is sought in the research is; determine the values of the most important physical and mechanical properties of concrete, when they are made with different types of aggregates, (crushed stone, gravel and concrete), and then evaluate the differences in their basic properties.

With the determination and differentiation of the values in the properties of the concrete, we seek to help the best choice of the aggregate, based on the requirements of certain works, and thus optimize the use of each of the aggregates, which in the end will have economic repercussions.

To achieve this, the materials that will compose the concretes were characterized and tests were carried out on the most relevant physical and mechanical properties of the concrete, with the use of different types of aggregates, the same ones that have the same origin, maintaining the other components of the concrete, as well as the constant procedures, this to guarantee that the difference in results are only due to the difference in aggregates.

The tests chosen referring to the physical and mechanical properties of concrete are; the consistency and unit weight, corresponding to the first and the resistance to compression and bending corresponding to the second, the same that were chosen for being the most representative in the qualification of a concrete.

In addition to this, an evaluation of the cost per cubic meter of concrete is made to know the difference between the different types of concrete.

The tests carried out to determine the properties of the concrete were carried out based on the NTP and ASTM standard, corresponding, from where corresponding to the consistency the greatest settlement corresponds to the concrete Type 03 (Concrete), with 17.73 cm or 6.98", followed by the concrete Type 02 (Gravel Stone) with 13.37 cm or

5.26 "and with less settlement the concrete Type 01 (Crushed Stone) with 8.40 cm or 3.31 ".

Regarding the fresh unit weight, Type 03 Concrete (Concrete) has the highest value (2,419.94 kg/m<sup>3</sup>), followed by Type 02 Concrete (Gravel Stone), (2,405.76 kg/m<sup>3</sup>) and finally the lowest value is Type 01 concrete (Crushed Stone), (2,397.58 kg/m<sup>3</sup>).

In the hardened unit weight, Type 02 Concrete (Gravel Stone) has the highest value (2,288.56 kg/m<sup>3</sup>), followed by Type 01 Concrete (Crushed Stone), (2,288.19 kg/m<sup>3</sup>) and finally the lowest value is Type 03 concrete (Concrete), (2,278.70 kg/m<sup>3</sup>).

Regarding compressive strength; at the early age of 7 days the highest values were obtained by Concrete Type 01 (Crushed Stone), 181.01 kg/cm<sup>2</sup>, while Concrete Type 02 (Gravel Stone) 159.49 kg/cm<sup>2</sup>, and Concrete Type 03 (Concrete), 136.82 kg/cm<sup>2</sup>. After 14 days, Type 01 concrete (Crushed Stone) has a value of 214.68 kg/cm<sup>2</sup>, Type 02 Concrete (Gravel Stone), 175.79 kg/cm<sup>2</sup> and Type 03 Concrete (Concrete), 153.79 kg/cm<sup>2</sup>. After 28 days, Type 01 concrete (Crushed Stone) has a value of 339.46 kg/cm<sup>2</sup>, Type 02 Concrete (Gravel Stone) 284.43 kg/cm<sup>2</sup> and Type 03 Concrete (Concrete), 242.61 kg/cm<sup>2</sup>.

Finally, the flexural strength at the age of 28 days Concrete Type 01 (Crushed Stone) has the highest values with 47.25 kg/cm<sup>2</sup>, Concrete Type 02 (Gravel Stone) with 34.50 kg/cm<sup>2</sup>, and Concrete Type 03 (Concrete with Concrete) with 25.65 kg/cm<sup>2</sup>.

As for the evaluation of the cost per cubic meter of concrete at the age of 28 days, Type 01 Concrete (Crushed Stone) has the highest cost with S/. 333.68, Concrete Type 02 (Gravel Stone) with S/. 303.01 and finally The Concrete Type 03 (Concrete) with S /. 298.83.

**Keywords:** Physical and mechanical properties of concrete, concrete made with crushed stone, gravel and concrete.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú como país así como en la Ciudad de Pasco el consumo y la demanda del concreto va creciendo, generando también la necesidad de conocer con más exactitud el desempeño dentro de las mezclas de los agregados que lo componen, por esta razón, es necesario determinar e identificar las diferencias de los concretos elaborados con diferentes agregados, (Piedra Triturada, Grava y Hormigón), basándonos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, ya que con ello se podrán evaluar los posibles usos óptimos de cada uno de los concretos (en base a los agregado que lo conforma), así como las limitaciones que tendrán para determinadas construcciones, la cual tendrá repercusiones económicas en las construcciones.

El presente estudio evaluó concretos con relaciones a/c iguales y una misma dosificación volumétrica en seco y con los mismos materiales, (exceptuando los agregados), elaborados con tres tipos de agregados con origen, composición semejante y propiedades físicas diferentes, ya que generalmente en los diseños de mezclas no se incluyen estas características que pueden tener una gran incidencia en el comportamiento del concreto y en sus propiedades, para esto se siguieron procedimientos y especificaciones de las normas NTP y ASTM aplicables.

El capítulo uno, Problema De Investigación, incluye aspectos relacionados con el problema de investigación que involucra la identificación y formulación del problema, formulación de los objetivos de la investigación, justificación y limitaciones de la investigación.

El capítulo dos, Marco Teórico, se incluye los antecedentes de la investigación, aspectos teóricos sobre el concreto; sus componentes, propiedades y normativa aplicable en su conjunto. Se presenta la definición de términos usadas en la investigación, así como

también la formulación de la hipótesis, identificación de variables, así como la definición operacional de variables e indicadores.

El capítulo tres, Metodología y Técnicas de Investigación, presenta los tipos, métodos y diseño de la investigación, se determina la población y las muestras, las técnicas, instrumentos, procesamiento y análisis de datos, tratamiento estadístico, selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación y finalmente la orientación ética.

El capítulo cuatro, Resultados y Discusión, se presenta la descripción del trabajo de campo, muestra la presentación, análisis e interpretación de resultados, la prueba de la hipótesis y la discusión de resultados.

En el apartado siguiente se muestra las conclusiones del estudio, para que después se indiquen las recomendaciones del estudio, la bibliografía usada en el estudio, para que finalmente se presente el anexo, el cual contiene la matriz de consistencia de la investigación, los cálculos realizados para la determinación de las Propiedades físicas de los agregados, los diseños de mezclas realizados para cada tipo de concreto, los resultados obtenidos de los ensayos realizados a cada uno de las muestras de concreto, el procesamiento estadístico de los datos obtenidos en los ensayos del concreto, descripción de los ensayos para la determinación de las propiedades físicas de los agregados y los procedimientos de los ensayos realizados para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los concretos acompañado de un panel fotográfico respectivamente.

## INDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

**INDICE**

### **CAPÍTULO I**

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3.1. Problema general .....	4
1.3.2. Problemas específicos .....	4
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	6

### **CAPÍTULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	9
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS .....	11

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	38
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	42
2.4.1. Hipótesis General.....	42
2.4.2. Hipótesis Específica.....	42
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	42
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES .....	42

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	44
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	44
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	46
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	47
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	48
3.7. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	48
3.8. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	49
3.9. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	50
3.10. ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA.....	50

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	52
4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	72
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	108
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	109

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**ANEXOS**

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

El Perú posee una gran variedad geográfica, así como también diversidad en las características de agregados en dichas zonas y escases de estos en algunos sectores. En la selva se denota la ausencia de agregado grueso y el agregado fino presenta en la mayoría de casos módulos de fineza muy bajos. En la zona de la sierra se encuentra gran cantidad de agregados de granulometría variada. Finalmente, en la zona de la costa se tiene abundancia de arenales, pero en su mayoría de poca calidad para fabricar concreto.

La región Pasco contiene dentro de sus límites zonas correspondientes a la sierra y selva los cuales reflejan lo que sucede en el Perú, con respecto a los agregados - ausencia de agregados en la zona de la selva y gran variedad de los agregados en la zona de la sierra.

La provincia de Pasco, posee en todos sus distritos variedad de agregados de los cuales el mayor porcentaje de ellos no son explotados teniendo como uno de los factores relevantes el desconocimiento de las características físicas y mecánicas

de estos y de los concretos producidos con ellos. Cabe indicar que todo material que se considera como agregado puede ser utilizado para determinado fin, todo esto en función de las características que tiene el agregado, así como de las características que deseamos que tenga el concreto para determinado proyecto.

Normativamente los agregados se clasifican según su tamaño en agregado grueso y agregado fino, teniendo en la provincia de Pasco agregados gruesos denominados; Piedra Triturada y Grava, agregados finos denominado; arena y adicional a ello se tiene el agregado denominado Hormigón que es una combinación natural de los agregados finos y Gruesos.

En la actualidad en la provincia de Pasco el uso del agregado grueso para la fabricación de concreto es muy direccionado al empleo de la piedra triturada o piedra chancada, en menor medida se tiene el uso de la grava como agregado grueso y es escasa el uso del hormigón para crear concreto, esto respecto a obras con control de calidad técnica.

La elección del agregado esta influenciada en base a las propiedades que deseamos para el concreto, por ello es necesario conocer las propiedades del concreto elaborado con cada agregado y saber los valores de las propiedades al que llegan con el uso de cada agregado, así se podrá saber cuál es la variación de valores de las propiedades del concreto, elaborado con cada agregado, así como los valores que pueden alcanzar cada uno.

Recordando que cada concreto en particular presenta requisitos determinados que garantice su funcionamiento y durabilidad, (requisitos basados en las propiedades del concreto), requisitos que van desde los más básicos hasta los más exigentes. De aquí se desprende que el uso del concreto y por ende del agregado deberá de estar relacionado con los requisitos que se necesitan cumplir,

y que el uso de la Piedra Triturada además de ser antieconómico en muchos casos es innecesaria ya que se podría alcanzar dichos requisitos con el uso de la grava o inclusive del hormigón, que comparados con los costos de la piedra triturada son menores y por ende se tendrá concretos de menor precio.

El hormigón Normativamente, (RNE-E.060-Concreto Armado), se encuentra limitado en su uso, la norma limita al hormigón a emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión no mayor de 10 MPa, (100 kg/cm<sup>2</sup>), a los 28 días.

Se deduce que la norma es muy recta al respecto y que está planteada en general para todo el Perú. Pero se tiene evidencias que en la Provincia de Pasco los concretos elaborados con hormigón pueden alcanzar resistencias a compresión a los 28 días cercanas a los 210 kg/cm<sup>2</sup>, y que podrían usarse como dijimos anteriormente en base a los requisitos que se necesitan para el proyecto.

Los requisitos, así como las características que se desean para cada concreto son controlados por las propiedades físicas y mecánicas del concreto y estas son las que aprobaran el uso de determinados agregados.

En resumen, lo que se pretende es obtener un concreto que cumpla con todos los requisitos establecidos por las normativas peruanas, que ofrezca al usuario el máximo de seguridad, mejora en los diseños con el uso de valores reales para la zona, y que tenga el menor costo compatible con las exigencias técnicas.

Por ende, es necesario determinar los valores en las propiedades físico-mecánicas del concreto elaborado con diferentes agregados (Piedra triturada, Grava y Hormigón), y realizar un análisis y una diferenciación entre los resultados, y poder concluir en qué tipo de concretos;(Según sus requisitos técnicos), se podrá usar determinado agregado.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

El trabajo de investigación pretende determinar y diferenciar algunas de las propiedades físicas y mecánicas del concreto (las propiedades más representativas para el control y diseño de concreto), con el uso de piedra triturada, grava y hormigón como agregados.

Los concretos en estudio se presentan en tres alternativas: uno con el uso de la piedra triturada como agregado grueso, otro con el uso de la grava como agregado grueso y el último con el uso del hormigón, con resistencia a la compresión variada en base a una única relación agua/cemento (Definida por el concreto patrón) y una misma dosificación volumétrica en seco.

El proyecto está delimitado en la determinación de los valores de las propiedades físico-mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón (agregados procedentes de la cantera Cochamarca - Vicco), en la ciudad de Pasco, para su posterior evaluación y diferenciación.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo difieren los valores de las propiedades físicas - mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo difieren los valores de la consistencia del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón?
- b) ¿Cómo difieren los valores del peso unitario del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón?
- c) ¿Cómo difieren los valores de resistencia a la compresión del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón?

- d) ¿Cómo difieren los valores de la resistencia a la flexión del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón?

#### **1.4. Formulación de objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar y diferenciar los valores de las propiedades físicas - mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar y diferenciar los valores de la consistencia del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.
- b) Determinar y diferenciar los valores del peso unitario del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.
- c) Determinar y diferenciar los valores de resistencia a la compresión del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.
- d) Determinar y diferenciar los valores de la resistencia a la flexión del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

Es conveniente la realización del presente estudio, porque resuelve el problema de no saber cuáles son los valores de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón usados en la zona.

La investigación será útil en los procesos; de diseño, elección del tipo de concreto y construcción.

Se justifica por la implicancia práctica que otorga, debido a que estos valores podrán ser usados en el diseño y ejecución de obras para la selección del tipo de agregado en base al concreto requerido.

Se realiza un aporte teórico ya que se introducirán nuevos valores referidos a las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón para la zona de estudio.

Netamente se desea conocer la variación de los valores en él; asentamiento del concreto fresco, el peso unitario del concreto, la resistencia a la compresión, así como a la flexión y poder dar uso a la información obtenida en la realidad.

Se podrá determinar la variación de costos de los concretos elaborados con cada tipo de agregado.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

Las limitaciones del presente estudio están basadas en:

### **1.6.1. Espacio**

La caracterización de los materiales, elaboración de la mezcla experimental y los ensayos de las muestras de concreto, son realizados en un único laboratorio, (ZEMCO INGENIEROS), que garantiza la calidad según lo indican las NTP así como las normas ASTM, para todo el proceso

### **1.6.2. Área de influencia**

El presente proyecto es válido para las zonas donde se elaboran concretos con el uso de los materiales indicados en la presente investigación.

### **1.6.3. Tiempo**

El proyecto tiene un tiempo de duración de 90 días calendarios, (03 meses), considerándose el total de actividades hasta la sustentación.

### **1.6.4. Recursos humanos**

Los recursos humanos se limitan a; investigador – técnico de laboratorio – colaboradores.

### **1.6.5. Periodo**

La investigación que se realiza es válida para el presente Año 2021

### **1.6.6. Recursos económicos**

Al ser una investigación financiada íntegramente por el tesista, se presenta límites económicos que repercutirán en el grado de investigación.

### **1.6.7. Materiales**

- ✓ Cemento: Portland Tipo I – Andino
- ✓ Agua: Proporcionado por el laboratorio
- ✓ Piedra triturada: Cantera Cochamarca – Vicco.
- ✓ Piedra grava: Cantera Cochamarca – Vicco.
- ✓ Hormigón: Cantera Cochamarca – Vicco.
- ✓ Relación a/c único según el diseño patrón.
- ✓ Misma dosificación volumétrica en seco
- ✓ Curado con aditivo curador – Chema

### **1.6.8. Tipo de ensayos**

Se considera los siguientes ensayos relacionados a las respectivas propiedades del concreto, estos fueron elegidos, por ser de mayor importancia en el diseño, comportamiento, evaluación y aceptación del concreto.

1. Consistencia
2. Peso Unitario
3. Resistencia a la compresión
4. Resistencia a la flexión

Se debe tener en cuenta que la cantidad y tipos de ensayos que se realizan en la presente investigación, está limitada por el factor económico del tesista.

### **1.6.9. Métodos y normas**

1. Norma NTP, (Norma Técnica Peruana)
2. MTC, (Manual de Ensayos de Materiales del MTC)
3. RNE – E060, (Norma E 060 Concreto Armado Del Reglamento Nacional De Edificaciones).
4. Norma ASTM, (Normas de la American Society for Testing and Materials).

### **1.6.10. Laboratorio**

Se considera un único laboratorio, para ensayar los agregados que serán objeto del estudio, así como todas las muestras de concreto elaboradas, esto para evitar la variabilidad de resultados por este factor.

### **1.6.11. Procedimientos y personal**

Los procedimientos, así como el personal que realizar los ensayos serán únicos para evitar variaciones de resultados por este factor.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

En la antigüedad se pensaba que los agregados no intervenían en las reacciones químicas en la fabricación del concreto, eran considerados como elementos inertes, en la actualidad se considera que las propiedades y características de los agregados influyen en las diferentes propiedades y a características del concreto, ya que ocupa una gran parte dentro del volumen del concreto.

El agregado tiene influencias en las propiedades físicas y mecánicas del concreto entre las que están; la trabajabilidad, consistencia, durabilidad, resistencia, pesos unitarios, cambio volumétrico, entre otros.

La norma E-060 recomienda que agregados que no cumplen con los requisitos normativos y que demostraron buen desempeño en su uso pueden ser usados, pero verificando la calidad del concreto obtenido, y tener la consideración que; comportamientos del concreto en el pasado y en otras zonas no pueden garantizar resultados óptimos en el presente ni en otras zonas.

La importancia del agregado en la mezcla fue evolucionando históricamente teniendo como antecedentes:

En el año 1923 Gilkey investigador norteamericano manifiesta que los agregados cumplen un rol trascendental en el comportamiento del concreto, y no es un material de relleno ni material inerte dentro del concreto.

Por la década de los años treinta, Weymouth manifiesta; que es importante estudiar el total de la estructura que conforma el concreto para comprender los efectos que generan; la superficie de los agregados, los vacíos debido a la pasta, la interacción entre partículas de los agregados, y con ello entender la influencia de los agregados y su granulometría, sobre la pasta de cemento y características finales del concreto.

De 1940 al 2000, muchos investigadores de diferentes países, generan conceptos acerca de la importancia del agregado en las mezclas de concreto.

Del año 2000 a la actualidad se sabe el papel importante que tiene el agregado sobre los concretos, pero existiendo infinidad de agregados y los cuales van variando en sus características con el tiempo u ubicación, es imposible realizar diseños estandarizados para zonas extensas.

En el Perú hacia finales del Siglo XIX las obras de concreto eran ejecutadas empíricamente por Ingenieros extranjeros o algunos Ingenieros peruanos con formación en Europa. A partir del Siglo XIX y con la formación de ingenieros civiles en el Perú, se va estudiando y conociendo con mayor certeza el comportamiento del concreto en función de los agregados que lo conforman en cada departamento del país.

Recordemos que los agregados varían en función de su ubicación, por ende, los estudios realizados en otros departamentos no pueden ser extrapolados.

Entonces los únicos datos que podrán ser usados para el presente estudio son los diseños de mezcla que se realizan para la ejecución de las obras dentro de la provincia de Pasco los cuales hacen uso del agregado de la cantera seleccionada.

En la actualidad no se tiene estudios similares en la zona que puedan servir de apoyo a la presente investigación.

## 2.2. Bases teóricas – científicas

### 2.2.1. El concreto

El concreto es un material plástico en su estado inicial, la cual puede adquirir cualquier forma, pero que a medida que pasa el tiempo pierde tal característica hasta convertirse en un cuerpo rígido con aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, teniendo como resultado final un cuerpo rígido mecánicamente resistente.

### 2.2.2. Componentes del concreto

Se produce mediante la mezcla de tres componentes principales; cemento, agua y agregados con presencia del aire como componente extra en una mínima cantidad, a los cuales según necesidad se puede incorporar un quinto elemento designado como aditivo.

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



**Fuente:** Adaptado de conceptos generales sobre el concreto y los materiales para su elaboración, Ing. Jhoni C. García Villanueva, 2014, Universidad Privada Del Norte.

Para tener un mayor entendimiento del concreto, se hace necesario describir las características de los materiales que lo conforman, entre los que están:

- ✓ Cemento Portland
- ✓ Agua
- ✓ Agregados
- ✓ Aire
- ✓ Aditivos

### 2.2.3. Cemento portland

#### 2.2.3.1. Generalidades

Es el producto obtenido de la pulverización del Clinker Portland, (compuesto mayormente por Silicato de calcio, logrado por la cocción de materiales homogenizados y bien proporcionados hasta la fusión parcial), se adiciona a dicho producto sulfato de calcio, se permite para el cemento la adición de demás productos que no superen el 1% en peso del total y no deberá verse afectado las propiedades finales de dicho material.

#### 2.2.3.2. Composición química

Los componentes químicos y proporciones de las materias primas principales que originan el cemento son:

**Tabla N° 1.** Composición química del cemento

Nombre	Composición	Proporción (%)	
		Clinker	Cemento
Sílice	SiO <sub>2</sub>	21.40	19.90
Alúmina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.50	5.10
Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.80	3.50
Cal combinada	CaO	66.40	64.00
Magnesio	MgO	1.40	1.30
Azufre	SO <sub>3</sub>	0.30	3.60
Perdida al fuego	P.F.	0.20	1.60
Cal libre	Cao	1.00	0.90
Residuos insolubles	R.I.	0.10	0.10
Álcalis	Na <sub>2</sub> O+k <sub>2</sub> O	0.90	0.80

**Fuente:** Materiales de Construcción, Juan Antonio Polanco Madrazo – Soraya Diego Cavia, 2015, Departamento de ciencia e ingeniería del terreno y de los materiales, Universidad de Cantabria, lección 9b, p.09.

Porcentajes característicos de los óxidos en el Cemento Pórtland son:

**Tabla N° 2.** Porcentajes típicos de los óxidos en el cemento

Oxido componente	Porcentaje típico	Abreviatura
CaO	58% - 67%	C
SiO <sub>2</sub>	16% - 26%	S
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4% - 8%	A
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2% - 5%	F
SO <sub>3</sub>	0.1% - 2.5%	-
MgO	1% - 5%	-
K <sub>2</sub> O y Na <sub>2</sub> O	0% - 1%	-
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0% - 3%	-
TiO <sub>2</sub>	0% - 0.5%	-
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0% - 1.5%	-
Perdida por calcinación	0.5% - 3%	-

**Fuente:** Curso Básico de Tecnología del Concreto, Ingeniera Ana Torre Carillo, 2004, Universidad Nacional De Ingeniería - Facultad De Ingeniería Civil - Laboratorio De Ensayo De Materiales, p.10.

Después de la molienda final del Clinker se consiguen los compuestos, encargados de afectar el comportamiento del cemento en hidratación.

**a) Silicato Tricálcico ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow \text{Alita}$ ).** Encargado de definir en la primera semana la resistencia inicial, muy importante en el calor de hidratación.

**b) Silicato Dicálcico ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} \rightarrow \text{Belita}$ ).** Tiene poca incidencia en el calor de hidratación, relacionado con la resistencia a largo plazo.

**c) Aluminio Tricálcico ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{A}$ ).** No colabora en la resistencia, en contacto con los silicatos genera un fraguado violento, para controlar el fenómeno se aplica yeso en un 3% - 6%.

Se limita su contenido debido a que reacciona con los sulfatos produciendo propiedades expansivas.

**d) Aluminio-ferrito Tetracálcico ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF} \rightarrow \text{Celita}$ ).** Importante de forma secundaria sobre el calor de hidratación, y vital en la velocidad de hidratación.

**e) Óxidos de Magnesio ( $\text{MgO}$ ).** Genera expansión en la pasta de cemento hidratada y endurecida cuando se tienen contenidos mayores al 5%.

**f) Óxidos de Potasio y Sodio ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Alcalis}$ ).** Contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos, esto para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados.

**g) Óxido de Manganeso y Titanio ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2 \rightarrow \text{Alcalis}$ ).** El primero no tiene afectación en las propiedades del cemento, únicamente en su coloración, cuando se tiene contenidos mayores al 3%. Para contenidos superiores al 5% se obtiene disminución de resistencia a largo plazo. El segundo influye en la resistencia, la cual se reduce cuando contiene más del 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor importancia. Con la idea de tener una aproximación práctica al comportamiento potencial del cemento se tienen el cálculo de los

componentes del cemento en base a conocer el porcentaje de óxidos que contiene.

### **2.2.3.3. Tipos de cemento**

Cementos Alineados con la norma ASTM C-150. Se Clasifican:

- ✓ **Tipo I:** Cemento Pórtland ordinario el de mayor uso comercial, uso general, en lugares en que no es necesaria propiedades especiales.
- ✓ **Tipo II:** Resistencia a los sulfatos moderada para uso en ambientes agresivos, y calor de hidratación moderada para vaciados masivos.
- ✓ **Tipo III:** Acelerado desarrollo de la resistencia, para usos rápidos de las estructuras, alto calor de hidratación para uso en climas fríos.
- ✓ **Tipo IV:** Cuando se requieren vaciados masivos ya que posee bajo calor de hidratación.
- ✓ **Tipo V:** Resistencia alta a los sulfatos. En ambientes muy agresivos.

## **2.2.4. Los Agregados para concreto**

### **2.2.4.1. Generalidades**

Regulados por la Norma Técnica Peruana 400.011, definidos como partículas de origen natural o artificial que pueden ser elaborados o procesados.

En la fabricación del concreto los agregados son unidos por la pasta de cemento para formar la estructura rígida de concreto, en donde la resistencia y economía están relacionados con la mejor compactación de los agregados, por ello la importancia de la granulometría, composición mineralógica y características físicas y mecánicas.

#### 2.2.4.2. Funciones del agregado

El agregado al formar parte del concreto cumple las siguientes funciones:

- ✓ Esqueleto rígido y relleno de la estructura lo cual reduce el contenido de pasta de cemento.
- ✓ Proporciona resistencia al desgaste o de intemperismo que actúa en el concreto.
- ✓ Regula y reduce los cambios de volumen durante el proceso de fraguado del concreto.

#### 2.2.4.3. Clasificación de los agregados

Podemos hacer la clasificación basados en:

**1. Clasificación por su naturaleza.** Por su naturaleza, los agregados son clasificados en:

- a) **Agregados naturales.** Proceden de explotaciones de fuentes naturales que se encuentran en depósitos como; arenas, gravas, cantos rodados que se encuentran en los ríos y agregados de canteras generadas de variadas rocas y piedras que se encuentran en la naturaleza.

Estos agregados podrán utilizarse tal como se encuentren en la naturaleza o procesando sus tamaños si es necesario. Toda esta partícula tiene como origen la masa mayor que fue afectado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el ser humano.

- b) **Agregados artificiales.** Comúnmente generados por productos y procesos industriales entre los que tenemos: arcillas expandidas,

escorias de altos hornos, clinker, limaduras de hierro, ect, por lo general las densidades son muy variadas respecto a los agregados naturales.

**2. Por el tamaño del agregado.** Por su tamaño, los agregados son clasificados en:

**a) Agregados finos (arenas).** Originada por la desintegración del material rocoso, la cual puede ser natural o procesada, de partículas limpias, perfil angular, duro, compacta y resistentes, libre de polvo, materia orgánica, sales, partículas blandas, sustancias dañinas, etc.

Limitado entre los tamices, normalizado 3/8" (9,5 mm) y tamiz 200, deberá cumplir con las la normas NTP 400.037.

**b) Agregados Gruesos (Piedra).** Agregado con tamaño superior al tamiz normalizado N°4 (4,75 mm), material que cumple los requisitos de la norma NTP 400.037, puede proceder de la disgregación de la roca de forma natural o artificial.

Por lo general consiste en gravas naturales o trituradas, agregados metálicos naturales o artificiales. Se busca que las partículas sean limpias, perfil angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, estables químicamente, libres de sustancias dañinas y de textura rugosa en lo posible.

**c) Agregados globales.** Corresponde a un material que está compuesto de agregado grueso y fino en unas proporciones establecidas y características indicadas en las normas.

d) **Hormigón.** Agregado que no cumple necesariamente las especificaciones normadas, conformada de arena y grava de forma natural y se utiliza tal cual es extraído.

3. **Por su densidad.** Por su densidad lo podemos clasificar en:

- a) Normales, pesos específicos entre 2.50 a 2.75
- b) Ligeros, pesos específicos < 2.5.
- c) Pesados, pesos específicos > 2.75.

4. **Por su forma.** Según su forma, podemos clasificar a los agregados de la siguiente manera:

**Tabla N° 3.** Clasificación de la forma de las partículas de los agregados

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Típicos</b>
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua, completamente limada por frotamiento.	Grava de río o playa, arena del desierto, playa.
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otras gravas, pedernales del suelo o de excavación.
Escamosa	Material en el cual él es pequeño en relación a las otras dos dimensiones.	Roca laminada.
Angular	Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada.
Alongadas	Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	-

**Fuente:** Concreto simple, Ingeniero Gerardo A. Rivera López, 2013, Universidad del Cauca, p.50

5. **Por la textura.** Por la textura podemos clasificarlos según lo indicado en la tabla que se muestra.

**Tabla N° 4.** Clasificación de la textura superficial de los agregados.

<b>Textura Superficial</b>	<b>Características</b>	<b>Típicos</b>
Vítrea	Fractura concoidal.	Pedernal negro, escoria vítrea.
Lisa	Desgastada por el agua, o liso debido a la fractura de roca laminada o de grano	Gravas, pizarras, mármol, algunas reolitas.
Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados.	Arenisca.
Áspera	Fractura áspera de roca con granos finos o medianos que contienen constituyentes cristalinos no fácilmente visibles.	Basalto, felsita, pórfido, caliza.
Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles.	Granito, Gabro, Gneis.
Apanalada	Con poros y cavidades visibles	Pómez, escoria espumosa, arcilla expandida.

**Fuente:** Concreto simple, Ingeniero Gerardo A. Rivera López, 2013, Universidad del Cauca, p.51.

#### **2.2.4.4. Propiedades físicas, mecánicas y químicas del agregado**

##### **1. Propiedades Físicas**

- a) **Densidad.** Definido por la porosidad del material y su gravedad específica propia.
- b) **Porosidad.** Influyente en la resistencia a la abrasión y mecánica, afecta la, gravedad específica, absorción, permeabilidad y demás. Indica los espacios vacíos dentro del material sólido.
- c) **Peso unitario.** Relación entre el peso total de las partículas entre el volumen total, se considera los espacios vacíos, influyente en el grado de acomodo de las partículas.
- d) **Porcentaje de vacíos.** Corresponde al volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de los agregados, influye el acomodo de las partículas.

e) **Contenido de humedad.** Representa la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, se relaciona con el agua que se necesita en la mezcla.

## 2. Propiedades mecánicas

a) **Resistencia.** Relacionada con la composición, textura, grado de cementación entre granos del agregado. La resistencia del agregado deberá ser mayor al del concreto que formará.

b) **Dureza.** Indicativo de la resistencia a la erosión abrasión o desgaste. La dureza depende de sus constituyentes.

c) **Módulo de elasticidad.** Es definido como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

## 3. Propiedades químicas

a) **Reacción Álcali-Sílice.** Los álcalis, constituidos por Óxido de sodio y de potasio, del orden del 0.6% y temperaturas ambientes cercanas a 30°C con humedades relativas de 80%, pueden producir un gel expansivo en periodos superiores a los 5 años.

b) **Reacción Álcali-Carbonatos.** De existir agregados con presencia de carbonatos estos generan sustancias expansivas, su existencia es atípica.

### 2.2.4.5. Características físicas del agregado.

Las características físicas más importantes son; Peso Unitario, Peso específico, Contenido de Humedad, porosidad y la granulometría. Dichas características están asociadas a ensayos y valores de referencia normadas.

1. **Agregado fino.** Limitado entre los tamices de 3/8" (9.51 mm) y N° 200 (74 µm), proveniente de la desintegración de rocas naturales o artificiales.

a) **Peso unitario.** Es el peso que logra un determinado volumen unitario, es expresado en Kg/m<sup>3</sup>. Depende de su forma, tamaño, granulometría,

humedad, grado de compactación, tamaño máximo del agregado, forma de compactación, etc.

- b) **Peso específico.** Es la relación entre el peso del material y su volumen, este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material.
  - c) **Contenido de humedad.** Representa la cantidad de agua que contiene el agregado fino, se expresa en porcentaje.
  - d) **Absorción.** Es la capacidad de absorber el agua que se encuentra en contacto con él.
  - e) **La granulometría.** Es la distribución según tamaño de los tamices de las partículas del agregado. Los tamaños de tamices utilizados normalmente son: N°4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.
  - f) **Módulo de finura.** Representa el tamaño promedio aproximado de las partículas, se verifica la uniformidad de los agregados. Se determina sumando la parte retenidas acumuladas en porcentajes en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividiendo el resultado entre 100.
  - g) **Material más fino que la malla n°200.** Corresponde al material más fino que la malla N°200, el cual se presenta como revestimiento o partículas solas, por lo general son limos y arcillas que recubren el agregado.
2. **Agregado grueso.** Agregado retenido por el tamiz 4.75 mm o malla N°4, originado de la disgregación natural o artificial de la roca, regulado por la Norma Técnica Peruana 400.037.
- Clasificado básicamente en piedra triturada o chancada y grava zarandeada las cuales deben estar libres de polvo superficial.

- a) **Peso unitario.** Corresponde al peso que logra un determinado volumen unitario, expresado en Kg/m<sup>3</sup>. Los valores típicos varían entre 1500 y 1700 Kg/m<sup>3</sup>, para agregados considerados normales.
  - b) **Peso específico.** Relación de la masa de un volumen unitario del material evaluado entre la masa del mismo volumen, pero de agua, donde se toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material.
  - c) **Contenido de humedad.** Es la cantidad de agua expresada en porcentajes que contiene el agregado grueso.
  - d) **Absorción.** Es la capacidad que tiene el agregado grueso de absorber el agua que se encuentra en contacto con él.
  - e) **Granulometría.** Es la distribución según tamaño de los tamices de las partículas del agregado.
  - f) **Tamaño máximo.** Corresponde al tamiz menor por el que pasa el total de la muestra del agregado grueso.
  - g) **Tamaño nominal máximo.** Es el menor tamiz de la serie usada, donde se produce el primer retenido.
  - h) **Módulo de finura.** Utilizado para verificar la uniformidad de los agregados evaluados, refleja el tamaño promedio aproximado de las partículas. Se calcula sumando por porcentajes retenidos de la parte acumulada en las mallas normalizadas 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividirlos entre 100.
3. **Agregado global.** Material compuesto de la mezcla del agregado grueso y agregado fino en proporciones determinadas, que cumplan las normas y especificaciones técnicas.

- a) **Granulometría.** Es la distribución según tamaño de los tamices de las partículas del agregado. Para este caso tiene real importancia la gradación que se tenga, Ya que los componentes de forma individual no pueden ajustarse a los usos correspondientes, pero como material global si pueden cumplir dichas restricciones. Para su evaluación se hace uso de curvas teóricas u Husos totales buscando proporciones que se acerquen a dichas características, para su evaluación granulométrica se usa a los usos DIM 1045 para el agregado global.
- b) **Propiedades del agregado.** Las propiedades del agregado denominado global son las mismas descritas anteriormente para los agregados finos y grueso
4. **Agregado hormigón.** El hormigón es una mezcla natural del agregado grueso y fino, este no necesariamente puede considerarse como agregado global ya que por lo general no cumple con las especificaciones indicas para dicho material. Las propiedades del agregado denominado hormigón son las mismas descritas anteriormente para los agregados finos y grueso.

#### **2.2.4.6. Efecto de los agregados en el concreto**

1. **Manejabilidad.** Es la capacidad del concreto para ser colocado y consolidado adecuadamente y que pueda ser fácilmente acabado y sin segregación perjudicial.
- ✓ La granulometría tiene un papel importante en la manejabilidad ya que uno con mala graduación tiene muchos vacíos que son llenados con pasta de cemento o mortero para tener concretos manejables y poco porosos. Las arenas muy finas necesitan más

cantidad de agua y con ello se generan las segregaciones de los agregados, y las arenas muy gruesas generan mezclas ásperas poco cohesivas y trabajables.

- ✓ La forma y textura del agregado incide en la manejabilidad ya que, con agregados gruesos, alargados, planos, de forma cubica y rugosos necesitan más cantidad de agua, arena fina y pasta en la mezcla en comparación con los agregados tipo canto rodado con textura lisa, esto por la fricción generada por la trabazón que existe entre las partículas del agregado.
- ✓ Cuando se tenga valores altos de la relación pasta-agregados, se tiene concretos más manejables ya que tienen libertad de movimiento, a diferencia de mezclas ásperas y granulosas.
- ✓ La relación arena y agregados afecta directamente a la manejabilidad ya que concretos con poco contenido de arenas son poco manejables con efectos de exudación y segregación ya que son mezclas poco cohesivas y gran cantidad de agregado grueso.
- ✓ En mezclas con contenido alto de arenas se tiene que añadir pasta o agua a la mezcla para que sea manejable trayendo como consecuencia segregaciones y exudaciones.

**2. Segregación.** Se considera como la separación de los materiales que conforman el concreto, dando como resultado una mezcla sin uniformidad ni cohesión. Esta es generada por la granulometría de los agregados, así como la diferencia del tamaño de las partículas.

En este fenómeno las partículas gruesas y pesadas se separan de la mezcla por efecto de la gravedad por no tener cohesión y estar muy secas.

3. **Exudación.** Fenómeno por el cual parte del agua de la mezcla sube a la superficie, originando una capa débil, o se coloca de bajo de los agregados gruesos y aceros de refuerzo ocasionando que se formen zonas débiles que generan vacíos y capilaridades ocasionando permeabilidad del concreto.
4. **Resistencia mecánica.** Las influencias de las propiedades del agregado que afectan a la resistencia del concreto son:
- ✓ La adecuada granulometría del agregado permite una apropiada compacidad del concreto, en estado plástico, y como consecuencia de ello una máxima densidad en estado endurecido, por ende, una alta resistencia.
  - ✓ Los agregados de forma cubica y rugosa generan una mayor adherencia de la interfaz matriz – agregado, con ello se obtiene una mayor resistencia en comparación de agregados tipo canto rodado y lisos. Se concluye que la textura y forma del agregado afectan la resistencia del concreto.
  - ✓ Agregados con partículas densas de alta resistencia y rigidez generan concretos de buena resistencia a diferencia de concretos creados con agregados de partículas de baja densidad, porosos y poco densos.
  - ✓ La resistencia del concreto se ve afectada también por el tamaño del agregado, ya que se tiene una variación de la cantidad de cemento para obtener una determinada cantidad de mezcla.
5. **Permeabilidad.** La permeabilidad depende de la porosidad ya sea del agregado o la pasta, se define como la capacidad del material para

poder ser atravesado por un fluido por la diferencia de presiones de las superficies opuestas.

#### 2.2.4.7. Requisitos normativos de los agregados para el concreto

1. **Granulométricos.** La norma ASTM C-33 y NTP 400.037, para agregados finos y gruesos deben cumplir exigencias establecidas en la NTP 400.012, respecto a la gradación.

**Tabla N° 5.** Requisitos granulométricos para el agregado grueso

Tamaño Nominal	% Pasa Por Los Tamices Normalizados												
	100	90	75	63	50	37.50	25	19	12.50	9.50	4.75	2.36	1.18
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16
90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100 %	90 %		25 %		0 %		0 %					
63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")		100 %		60 %		15 %		5 %					
50 mm a 25 mm (2" a 1")			100	90 %	35 %	0 %		0 %					
50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)				100 %	70 %	15 %		5 %					
37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")					90 %	35 %	0 %	0 %					
37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)					100 %	70 %	15 %	5 %					
25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")					100 %	95 %	35 %	10 %	0 %	0 %			
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")					100 %	70 %	15 %	5 %					
25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)					100 %	90 %	20 %	0 %	0 %	0 %			
19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")					100 %	100 %	55 %	10 %	5 %				
19 mm a 4.75 mm (3/4" a N°4)					100 %	90 %	40 %	10 %	0 %	0 %			
12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)					100 %	100 %	85 %	40 %	15 %	5 %			
9.5 mm a 2.38 mm (3/8" a N°8)					100 %	95 %	25 %	0 %	0 %	0 %	0 %		
					100 %	100 %	65 %	10 %	5 %		0 %	0 %	
								100 %	90 %	40 %	0 %	0 %	
								100 %	90 %	20 %	0 %	0 %	
								100 %	55 %	15 %	5 %		
								100 %	90 %	20 %	0 %	0 %	
								100 %	70 %	15 %	5 %		
								100 %	85 %	10 %	0 %	0 %	
								100 %	100 %	30 %	10 %	5 %	

**Fuente:** Norma Técnica Peruana NTP 400.037, R.0151-2014/CNB-INDECOPI, 2015.

**Tabla N° 6.** Requisitos granulométricos para el agregado fino

Tamiz	Limite Totales	% Pasa por los Tamices Normalizados		
		C	M	F
9.5 mm (3/8")	100	100	100	100
4.75 mm (N°4)	89 – 100	95 - 100	85 - 100	89 - 100
2.38 mm (N°8)	65 – 100	80 - 100	65 - 100	80 - 100
1.20 mm (N°16)	45 – 100	50 - 85	45 - 100	70 - 100
0.60 mm (N° 30)	25 – 100	25 - 60	25 - 80	55 - 100
0.30 mm (N°50)	5 – 70	10 - 30	5 - 48	5 - 70
0.15 mm (N°100)	0 - 12	2 - 10	0 - 12*	0 - 12*

**Nota:** \*Cuando se trata de material triturado, agregado fino, incrementar en un 15%, excepto si será usada en pavimentos.

**Fuente:** Norma Técnica Peruana NTP 400.037, R.0151-2014/CNB-INDECOPI, 2015, p.14.

2. **Sustancias dañinas.** Se deben de limitar las sustancias dañinas, estos no deben exceder los siguientes valores:

**Tabla N° 7.** Sustancias dañinas en el agregado

Descripción	Agregados	
	Fino	Grueso
Partículas deleznable	3%	5%
Material más fino que el tamiz N° 200	5%	1%
Carbón y lignito	0.5%	0.5%

**Fuente:** Curso Básico de Tecnología del Concreto, Ingeniera Ana Torre Carillo, 2004, Universidad Nacional De Ingeniería - Facultad De Ingeniería Civil - Laboratorio De Ensayo De Materiales, p.51

3. **Material orgánico.** Los agregados no deberán tener presencia nociva de material orgánico, esto verificado según el ensayo de impurezas orgánicas, pero aquellos que no cumplan con estos requisitos podrán ser usados si la compresión medida a los 7 días no es menor de 95%.

## **2.2.5. Agua**

### **2.2.5.1. Generalidades.**

Las aguas que pueden ser usadas para fabricar concreto serán potables, sin sabor ni olor, algunas aguas no potables podrán ser usadas si cumplen con algunos requisitos indicado en las normas peruanas. El agua al ser un elemento que interviene en la reacción química con el cemento adquiere gran importancia para conseguir:

1. Formación de Gel. Durante el proceso de hidratación debido a la reacción química del cemento con el agua se forma el gel que es la parte solida de la pasta.

El gel forma una estructura de partículas sólidamente entrelazadas y aglomeradas las cuales forman una red eslabonada de material amorfo.

El gel tiene un papel importante en la resistencia mecánica y módulo de elasticidad del concreto.

2. Para el Estado Fresco. El agua facilita al concreto en estado fresco otorgarle una adecuada manipulación y colocación.
3. Para el Estado Endurecido. El tiempo de fraguado y endurecimiento depende de la velocidad de la reacción entre el cemento y agua.

Para realizar los trabajos de transporte, colocación y compactación del concreto se necesita una reacción lenta en su estado inicial, pero ya colocado se requiere un endurecimiento rápido.

Para regular el fraguado por ello se adiciona yeso en la molienda del Clinker, puesto que regula la velocidad inicial de hidratación del cemento Portland. Otros factores que afectan a la velocidad de

hidratación están basados en la cantidad de agua adicionada y la temperatura de los materiales en el proceso del mezclado.

4. Curado del Concreto. El aumento de la resistencia está relacionado con la hidratación del concreto y esta continua siempre que exista cemento sin hidratar y la humedad relativa del concreto se encuentre por encima del 80% y el concreto tenga una temperatura favorable, cuando la humedad relativa se encuentra por lo bajo de lo indicado y la temperatura baje al punto de congelación la hidratación se detiene y con ello el crecimiento de la resistencia también.

Si se vuelve a re-saturar el concreto la hidratación se reanuda y con ello el crecimiento de la resistencia, pero es poco práctico.

#### 2.2.5.2. Requisitos de calidad

El agua a usar en la mezcla preferentemente debe ser potable y cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088, no se tiene criterios uniformes en cuanto al límite de sales y sustancias presentes en el agua a usar.

La Norma Peruana indicada anteriormente considera apto para la preparación y curado del concreto a aquellas que cumplan con estar dentro de los siguientes límites.

**Tabla N° 8.** Límites permisibles para el agua de mezcla y curado  
- NTP 339.088

<b>Descripción</b>	<b>Limite Permissible</b>		
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaCHCO3)	1,000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO4)	600	ppm	Máximo
Cloruros (ion Cl-)	1,000	ppm	Máximo
PH	5 a 8	-	Máximo

**Fuente:** Curso Básico de Tecnología del Concreto, Ingeniera Ana Torre Carillo, 2004, Universidad Nacional De Ingeniería - Facultad De Ingeniería Civil - Laboratorio De Ensayo De Materiales, p.31.

## **2.2.6. Aire**

### **2.2.6.1. Generalidades.**

El aire es un componente más que se introduce en el proceso de producción del concreto, el aporte es de únicamente es del 1% al 5%, la importancia radica que influencia en la resistencia y peso específico del concreto. Los tipos de aires que encontramos en una mezcla de concreto son:

**1. Aire Atrapado.** Un 1% del volumen de la mezcla corresponde al aire atrapado que es aportado por los materiales y queda atrapada en la masa de concreto este contenido es imposible de evitarlo y ello perjudica a la resistencia y durabilidad de concreto.

Este porcentaje no es posible eliminarlo en los procesos de mezclado, colocación o compactación y corresponden a pequeñas esferas imperceptibles a la vista hasta aquellas grandes.

**2. Aire Incorporado.** Para incrementar la durabilidad del concreto se emplea aditivos químicos que incorporan burbujas minúsculas de aire, de perfil periférico con valores promedio de 0.10mm, el empleo de este aditivo es para otorgarle durabilidad al concreto frente a las heladas ya que genera unas cámaras de poros capilares que evitan las tensiones de expansión del agua presente y con ello evitan el agrietamiento del concreto, el volumen máximo que puede ocupar es de un 5%.

## **2.2.7. Aditivo**

### **2.2.7.1. Generalidades.**

A pesar de que en la presente tesis no se hace uso de aditivos para la fabricación del concreto, únicamente para el curado, es necesario conocer el marco teórico básico del mismo ya que en la actualidad es un componente muy utilizado en el medio.

### **2.2.7.2. Definición.**

Un aditivo es definido, tanto por el Comité del ACI como por la Norma ASTM C 125, como “un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado. Durante el proceso de mezclado del concreto se añaden los aditivos con el propósito de:

- ✓ Modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuados para el trabajo solicitado y necesidades del proyecto.
- ✓ Mejorar su trabajabilidad facilitando su proceso de colocación.
- ✓ Optimizar el rendimiento en la elaboración, transporte y colocación del concreto.
- ✓ Alcanzar mayor economía y mejores resultados, por cambios en la composición o proporciones de la mezcla.

## **2.2.8. Propiedades físicas del concreto**

### **2.2.8.1. Trabajabilidad**

Propiedad del concreto o mortero en estado fresco el cual está relacionado con la facilidad y homogeneidad para poder ser mezclado, colocado, transportado, compactado y terminado.

### **2.2.8.2. Temperatura**

El concreto en estado fresco es afectado por temperaturas demasiado bajas puesto que a temprana edad el concreto no adquiere la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos generados por las heladas, por ello no deberían caer por debajo de +5°C durante su colocación e instalación.

Las temperaturas máximas del concreto se encuentran limitadas a 30°C durante el proceso de colocación e instalación ya que originarían problemas de colocación y la disminución en ciertas propiedades del concreto endurecido.

### **2.2.8.3. Peso unitario endurecido**

Se refiere al peso que tiene un volumen determinado de concreto, se estima que el concreto tiene un peso unitario en el rango de 2,240 y 2,400 kg/m<sup>3</sup>.

El peso unitario depende de las cantidades y de la densidad relativa de los agregados, de la cantidad del aire, los contenidos de agua y de cemento, los que a su vez son influenciados por el tamaño máximo del agregado a utilizar.

Su uso más común es para la determinación del peso de las estructuras y con ello realizar los diseños correspondientes.

### **2.2.8.4. Peso unitario fresco**

El peso unitario fresco, es decir el peso que tiene un volumen determinado, tiene gran importancia para el cálculo del rendimiento del concreto, así como para las correcciones por volumen en los diseños de mezcla y diseño de encofrados para concreto.

#### **2.2.8.5. Tiempo de fraguado**

Es el tiempo que demora el concreto en llegar a su estado endurecido.

#### **2.2.8.6. Permeabilidad**

Es el grado de accesibilidad de los fluidos en el material, esta propiedad es influenciada por la relación agua/cemento, teniendo un concreto más permeable cuando es mayor la relación a/c.

#### **2.2.8.7. Segregación**

Es la separación de los componentes del concreto esto por una incorrecta dosificación, exceso de agua o demasiada vibración.

#### **2.2.8.8. Consistencia**

Medido con el ensayo del cono de Abrams, representa la capacidad de deformación del concreto en estado plástico.

**Tabla N° 9.** Consistencia y asentamiento

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
Seca	1 - 4.5
Plástica	5 - 9.5
Blanda	10 - 15
Super-fluida	15.5 - 22

**Fuente:** Aditivos a Base de Microorganismos Eficientes en la Fabricación de Traviesas de Hormigón, Ernesto Gómez León, 2015, Universidad Central Marta Abreu de las Villas - Facultad De Construcciones – Departamento de Ingeniería Civil, p.13.

#### **2.2.8.9. Exudación**

Fenómeno generado por que el agua de amasado tiende a ascender a la superficie del concreto fresco, esto debido a la poca capacidad de la estructura y pasta para retenerla y por ser el agua de menor densidad.

Este fenómeno genera que se forme en la superficie un concreto poroso, débil con una relación a/c mayor.

También tiene perjuicios debajo de los agregados y varillas de acero, puesto que se acumula agua en la interfaz pasta agregado y pasta acero, disminuyendo la adherencia.

El fenómeno también genera permeabilidad a la estructura puesto que la ascensión del agua deja tras de sí estructuras capilares en una misma dirección.

#### **2.2.8.10. Contracción**

Generada por el proceso de evaporación progresiva del agua, el cual ocasiona el acortamiento o disminución del volumen de concreto. Las deformaciones por contracción están influenciadas mayormente por el inicio del secado, las condiciones ambientales del lugar y la composición del concreto.

#### **2.2.8.11. Homogeneidad**

Se considera como homogeneidad a la masa del concreto con componentes distribuidos en la misma proporción en todos los sectores, evitando la segregación y exudación del concreto. Su medición es por la masa específica de porciones del concreto fresco separadas entre sí.

## **2.2.9. Propiedades mecánicas del concreto**

### **2.2.9.1. Resistencia a la abrasión**

Corresponde a la resistencia a las tensiones por rodadura, desgaste o impacto, ataques netamente mecánicos, la resistencia a la abrasión de los agregados es mayor que la del cemento y mucho más con una matriz del cemento porosa.

### **2.2.9.2. Resistencia a la compresión**

Es la capacidad de soportar una carga determinada por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia del concreto se determina mediante roturas de probetas cilíndricas por cargas incrementales rápidas.

### **2.2.9.3. Resistencia a la tracción**

El concreto es un material con baja resistencia a la tracción, se considera nula para efectos de diseño, pero toma importancia pues es el encargado de soportar la contracción inducida por el secado o por la disminución de la temperatura.

La resistencia a la tracción es complicada de medir debido a las incertidumbres de las pruebas existentes en la actualidad.

### **2.2.9.4. Resistencia a la flexión**

Expresada en (kg/cm<sup>2</sup>), representa la resistencia por momento flector de una viga, el valor teórico es de 10% de la resistencia a la compresión del concreto, se expresa también como módulo de rotura (MR). Tiene mayor relevancia para el diseño de pavimentos de concreto.

#### **2.2.9.5. Módulo de elasticidad**

Representa la capacidad de deformación bajo carga del concreto, deformación recuperable, el concreto no posee un comportamiento lineal de carga y deformación en compresión, pero se asume el uso un comportamiento lineal para facilidades de diseño.

Normalmente los módulos de elasticidad presentan valores entre 280000 a 350000 Kg/cm<sup>2</sup> y están directamente relacionados con la resistencia en compresión del concreto y a la relación a/c.

#### **2.2.9.6. Adherencia**

La adherencia es lo que hace posible que el concreto y el acero trabajen como un sólido único, se produce por la fricción entre dichos elementos lo cual es mejorado por las corrugaciones de los aceros.

#### **2.2.9.7. Durabilidad**

Es la capacidad del concreto de soportar procesos de deterioro, ataques químicos, abrasivos, temperaturas extremas, reacción álcali-agregado, cambios volumétricos, entre otros, manteniendo su condición inicial, calidad y serviciabilidad.

### **2.2.10. Diseño de mezcla**

#### **2.2.10.1. Introducción**

Consiste en usar los conocimientos de los componentes del concreto, para obtener un concreto con las características que deseamos.

#### **2.2.10.2. Consideraciones para el diseño de mezcla**

Lo buscado en un diseño óptimo es tener un concreto económico que cumpla los requisitos de mezclado, transporte, colocación,

compactación, acabado, etc y cumpla con la resistencia a la compresión, durabilidad y otras características.

Antes de dosificar una mezcla se debe tener conocimiento de la siguiente información:

- ✓ Los materiales que compondrán la mezcla.
- ✓ El elemento a vaciar, tamaño y forma de las estructuras.
- ✓ Resistencia a la compresión requerida.
- ✓ Condiciones ambientales durante el vaciado.
- ✓ Condiciones a la que estará expuesta la estructura.

### **2.2.10.3. Diseño de mezcla de concreto - método del comité 211 del ACI.**

El comité 211 del ACI indica un procedimiento sencillo para el diseño de mezcla, esto con el uso de tablas con las cuales se determina las cantidades que integraran un metro cubico de concreto.

El método será usado para concretos de peso normal y condiciones indicadas en las tablas.

Las obras por lo general presentan limitaciones para el concreto, a lo cual el diseñador debe de adecuarse, entre dichas limitaciones pueden estar.

- ✓ Relación agua/cemento máximo
- ✓ Contenido mínimo de cemento
- ✓ Contenido máximo de aire
- ✓ Asentamiento
- ✓ Tamaño máximo nominal del agregado grueso
- ✓ Resistencia en compresión mínima

- ✓ Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo de aditivos, o la utilización de tipos especiales de cemento o agregados.

#### **2.2.10.4. Secuencia de diseño**

Indiferentemente de las características finales del concreto deseado sean indicadas en las especificaciones técnicas o dejadas al criterio del diseñador, las cantidades de materiales por metro cubico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el Método del Comité 211 del ACI, siguiendo la secuencia que se indican en el anexo correspondiente al diseño de mezcla patrón de la presente investigación.

Los diseños de mezcla para cada agregado (Piedra triturada, grava y hormigón), se presenta en el anexo correspondiente.

### **2.3. Definición de términos básicos**

A continuación, se definen los términos que son usados en la presente investigación, los mismos que tienen validez para el mencionado estudio.

#### **ACI.**

American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).

#### **Aditivo**

Material diferente del agua, de los agregados y cemento hidráulico, usado como componente para la fabricación de concreto, y se añade a la mezcla antes o durante el mezclado con el objetivo de modificar sus propiedades.

#### **Aditivo incorporador de aire**

Aditivo cuyo objetivo es incorporar aire en un determinado porcentaje en forma de burbujas esferoidales distribuidas uniformemente dentro de la mezcla de concreto, esto para hacerlo más resistente a las heladas.

## **Agregado**

Es un material granular ya sea de origen artificial o natural el cual se emplea con un medio cementante para formar concreto, entre los materiales característicos tenemos la arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno.

### **Agregado denominado hormigón**

Es una combinación natural compuesto de grava y arena empleado en su forma natural.

### **Agregado fino**

Material granular de origen natural o artificial, que pasa el tamiz de 3/8", (9.5mm).

#### **Agregado Grueso**

Material granular proveniente de la desintegración natural o mecánica que es retenido en el tamiz 4.75mm (Nº4).

#### **Agregado Liviano**

Agregado que es estado suelto y seco tiene una densidad de 1100 kg/m<sup>3</sup> o menos.

## **Arena**

Material granular que proviene de la desintegración de las rocas de forma natural, y designado como agregado fino.

## **ASTM**

American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales).

## **Cemento**

Material fino pulverizado que forma una pasta aglomerante capaz de endurecer con la adición de una cierta cantidad de agua, este endurecimiento se da bajo el agua o expuesto al aire.

### **Cemento portland**

Originado por la pulverización del Clinker portland el cual no debe contener más de 1% en peso total de otros productos o adiciones como sulfato de calcio, y no deberán afectarse las propiedades finales del cemento.

### **Cemento portland puzolánico**

Corresponde al cemento Portland al cual se le ha adicionado un porcentaje de puzolana.

### **Concreto.**

Mezcla de cemento Portland u otro cemento hidráulico, agregado grueso, agregado fino, agua y aditivo si fuese necesario.

### **Concreto estructural.**

El total del concreto utilizado con fines estructurales al cual se incluyen también el concreto sin refuerzo o simple y el concreto que contiene refuerzo de acero.

### **Concreto armado o reforzado.**

Concreto que puede ser pre esforzado o no, y que cuenta con más de la cantidad de acero estructural necesaria.

### **Concreto simple.**

Es aquel concreto que no posee acero de refuerzo o presenta menos del refuerzo mínimo solicitado por requerimiento estructural.

**Concreto de peso normal.**

Corresponde a un concreto con peso cercano aproximado a 2300 Kg/m<sup>3</sup>.

**Concreto ciclópeo.**

Concreto simple en la cual presenta piedras grandes en su volumen.

**Grava**

Agregado grueso acumulado y formado de forma natural por desintegración, presente en canteras y lechos de ríos.

**f'c.**

Representa la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de vaciado.

**Fc.**

Representa la resistencia a la compresión del concreto a cualquier edad.

**f'cr.**

Representa a la resistencia promedio requerida a la compresión del concreto, empleada como base para los diseños y dosificación del concreto.

**Módulo de elasticidad**

Es la división del esfuerzo normal entre la deformación unitaria respectiva de dicho material, dentro del límite de proporcionalidad del material.

**NTP.**

Corresponde a las Normas Técnicas Peruanas

**Piedra triturada o chancada**

Es un material clasificado como agregado grueso, que es obtenido por trituración mecánica de rocas o gravas. – Roca. Material duro que, no puede ser disgregado o excavado con herramientas manuales, a diferencia del suelo.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

El concreto elaborado con piedra triturada alcanzara mayores valores en las propiedades físicas - mecánicas, que los concretos elaborados con grava y hormigón.

### **2.4.2. Hipótesis Especifica**

- a) El concreto elaborado con piedra triturada, alcanzara mayores valores en la consistencia que los concretos elaborados con grava y hormigón.
- b) El concreto elaborado con piedra triturada alcanzara mayores valores de peso unitario que los concretos elaborados con grava y hormigón.
- c) El concreto elaborado con piedra triturada, alcanzara mayores valores en resistencia a la compresión que los concretos elaborados con grava y hormigón.
- d) El concreto elaborado con piedra triturada, alcanzara mayores valores a la resistencia a la flexión que los concretos elaborados con grava y hormigón.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.

### **2.5.2. Variable Dependiente**

Valores de las propiedades físicas - mecánicas del concreto

## **2.6. Definición Operacional de variables e indicadores**

**Tabla N° 10.** Operacionalización de las variables e Indicadores

Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Unidad
El concreto elaborado con piedra triturada, alcanzara mayores valores en las propiedades físicas - mecánicas que los concretos elaborados con grava y hormigón.	Variable Independiente	Piedra triturada	-	-
		Grava	-	-
		Hormigón	-	-
Valores de las propiedades físicas - mecánicas del concreto	Variable Dependiente	Propiedades físicas	Consistencia	cm
		Propiedades mecánicas	Peso unitario	Kg/m <sup>3</sup>
			Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>
			Resistencia a la flexión	Kg/cm <sup>2</sup>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación planteada es de tipo APLICATIVA. Pues se hace uso de los conocimientos en la práctica, los que serán aplicados en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad.

Pues se plantea resolver problemáticas del entorno práctico, ya que los resultados que se obtendrán podrán ser usados de forma directa en el área de investigación (Tecnología del Concreto).

Evaluando el tipo de variables; se evaluará, experimentara y manipulará una de las variables en condiciones controladas, para poder describir las causas, situaciones y acontecimientos que se susciten, por ende, se considera una INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.

#### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es experimental ya que permite evaluar, experimentar y manipular una de las variables, que nos permitirá describir las

casas, situaciones y acontecimientos. El resultado obtenido nos servirá para comprobar la hipótesis.

### **3.3. Métodos de Investigación.**

El Método elegido es EL MÉTODO CIENTÍFICO; corresponde a un conjunto de reglas que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación, la presente tesis adopta el método antes señalado con las modificaciones acorde a tipo de investigación.

En resumen, el método científico contempla el seguimiento de las etapas siguientes:

- ✓ **Etapa 1.** Planteamiento del problema: Corresponde al planteamiento general del problema de la investigación.
- ✓ **Etapa 2.** Formulación de hipótesis: Respuestas que se pretende verificar o descartar con la investigación.
- ✓ **Etapa 3.** Diseño del plan experimental: Corresponde a la formulación de las actividades necesarias para la comprobación de la hipótesis.
- ✓ **Etapa 4.** Levantamiento de información: Es la recopilación de antecedentes con los métodos e instrumentos diseñados para esta fase.
- ✓ **Etapa 5.** Experimentación: Es la realización de todos los experimentos necesarios para la obtención de datos.
- ✓ **Etapa 6.** Análisis e interpretación de datos: Con la información base obtenida se inicia al análisis, tabulación e interpretación de los datos.
- ✓ **Etapa 7.** Comprobación de la hipótesis: Con la interpretación de datos y resultados de la investigación se comprueba o descarta las hipótesis planteadas

- ✓ **Etapa 8.** Difusión de resultados: Corresponde a la presentación y sustanciación de los resultados obtenidos con la investigación y publicación respectiva.

### **3.4. Diseño de investigación**

Comprende las actividades necesarias para la comprobación de la hipótesis de la investigación, el diseño de la investigación contiene los mecanismos para generar los datos necesarios para poder ser interpretados.

El diseño también indica las limitantes, ambientes, control de variables, y relación con los eventos observables.

El diseño de investigación usada en esta tesis está compuesto de los siguientes pasos:

- ✓ **Etapa 1.** Planteamiento del problema: Corresponde al planteamiento general del problema de la investigación.
- ✓ **Etapa 2.** Formulación de hipótesis: Respuestas que se pretende verificar o descartar con la investigación.
- ✓ **Etapa 3.** Diseño del plan experimental: Corresponde a la formulación de las actividades necesarias para la comprobación de la hipótesis.
- ✓ **Etapa 4.** Levantamiento de información: Es la recopilación de antecedentes con los métodos e instrumentos diseñados para esta fase.
- ✓ **Etapa 5.** Experimentación: Es la realización de todos los experimentos necesarios para la obtención de datos.
- ✓ **Etapa 6.** Análisis e interpretación de datos: Con la información base obtenida se inicia al análisis, tabulación e interpretación de los datos.

- ✓ **Etapa 7.** Comprobación de la hipótesis: Con la interpretación de datos y resultados de la investigación se comprueba o descarta las hipótesis planteadas.
- ✓ **Etapa 8.** Difusión de resultados: Corresponde a la presentación y sustanciación de los resultados obtenidos con la investigación y publicación respectiva.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Nuestra población objetivo está conformada por todos los concretos elaborados con piedra triturada, grava y hormigón (Agregados de la Cantera Cochamarca), cemento Andino Tipo I en la ciudad de Pasco.

#### **3.5.2. Muestra**

- ✓ 21 ensayos de concreto elaborados con piedra triturada.
- ✓ 21 ensayos de concreto elaborados con grava.
- ✓ 21 ensayos de concreto elaborados con hormigón.

#### **3.5.3. Muestreo del concreto**

La cantidad y tipos de ensayos que se realizarán para cada mezcla serán los mostrados en el siguiente cuadro:

**Tabla N° 11.** Numero de muestras

<b>N°</b>	<b>Ensayos</b>	<b>N° Muestras</b>
1	Consistencia - Asentamiento	09
2	Peso Unitario	18
3	Resistencia a la compresión	27
4	Resistencia a la flexión	09
-	Total de pruebas a realizar	63

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Utilizaremos distintos tipos de instrumentos cuantitativos para la recolección de datos, las cuales se mencionan a continuación:

- ✓ **Datos documentales.** Las fuentes de información fueron dadas por los diseños de mezcla realizados en la zona, y libros relacionados al área de investigación.
- ✓ **Datos de Campo.** Los datos de campo son las obtenidas directamente de los ensayos realizados a los materiales, así como al concreto.
- ✓ **Datos de experimentación** (Referido a los múltiples ensayos y los resultados obtenidos).
- ✓ **Datos de observación.** (Referido a fenómenos observados durante los ensayos múltiples realizados).

### 3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

#### 3.7.1. Selección

Las selecciones de los datos usados en la investigación fueron controladas en base a valores típicos para este tipo de estudios, tecnología del concreto, se eligió los datos representativos para cada ensayo con el fin de tener resultados representativos.

#### 3.7.2. Validación

Los datos obtenidos de los respectivos ensayos por normativa deben ser controlados ya que no deben sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas indicadas en las normas correspondientes. Cabe recalcar que el laboratorio tiene dentro de su base de datos, respecto a trabajos ejecutados, datos para control con los cuales fueron verificados.

### **3.7.3. Confiabilidad**

La confiabilidad de los datos obtenidos radica en el control que exigen las normas para los ensayos, el control de laboratorio, así como la verificación de dichos datos con la base de datos con la que cuenta el laboratorio.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Corresponde al procesamiento de los datos obtenidos de las muestras analizadas mediante ensayos de laboratorio, datos que son agrupados y ordenados con los cuales se realizarán los análisis según los requerimientos de las hipótesis.

El investigador en la presente investigación sigue un procedimiento de 4 pasos para el análisis de datos.

- ✓ Validación (Aceptación de los resultados de los ensayos)
- ✓ Codificación (Designación de un código para cada ensayo)
- ✓ Introducción de datos (Digitalizar los datos en hojas de cálculo Excel)
- ✓ Tabulación (Cálculo de datos representativos)

Para el análisis de datos en la presente investigación se realizará un análisis cuantitativo, se eligen las pruebas apropiadas para analizar los datos las que están relacionadas con las hipótesis elegidas con los correspondientes niveles de medición de las variables vinculadas.

Se hace uso del MÉTODO INDUCTIVO, para el análisis de los datos obtenidos en la investigación, estudiando las partes hacia el todo, se analiza cada elemento y llegar a una concepción final.

Para una mejor estructuración del método inductivo se siguen los siguientes pasos:

- ✓ Caracterización (Constituye la caracterización de los materiales que componen el concreto).

- ✓ Experimentación (Consistió en la elaboración de pruebas de laboratorio al concreto).
- ✓ Comparación (Consistió en la comparación de resultados obtenidos entre cada tipo de concreto).
- ✓ Abstracción (Corresponde al análisis de resultados).
- ✓ Generalización (Corresponde a la difusión de los resultados finales).

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Los datos fueron valorados en forma estadística con el uso de herramientas estadísticas básicas ya que la normativa peruana así lo exige para el caso de este tipo de estudios, el tratamiento estadístico, así como los cálculos realizados se presentan en los capítulos siguientes.

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.**

Autoría del Proyecto de Investigación: La autoría del presente proyecto de investigación se limita al tesista, así como también a aquellos que hayan contribuido en la ejecución del presente proyecto.

Originalidad y plagio: Se garantiza que el proyecto será totalmente original y de mencionarse trabajo o frase de otro autor, esto será referenciado y citado adecuadamente.

Acceso de datos: Los datos que resulten del presente proyecto serán proporcionados para su revisión y acceso público.

Publicación múltiple: La presente investigación realizada es ejecutado con motivos de titulación y no será utilizado para otros fines, ni se hará publicaciones redundantes o simultaneas.

Errores fundamentales en trabajos publicados: De verificarse algún error o inexactitud el autor notificara de inmediato al área correspondiente para las correcciones necesarias.

Normas de información: Se presentará una descripción precisa del trabajo realizado, así como de los objetivos que se pretende alcanzar y su importancia.

Peligros y sujetos humanos: En el periodo de elaboración de la investigación se hará el cumplimiento estricto de las normas de seguridad y salud pertinentes.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Introducción**

En este ítem se presenta todo el proceso experimental desarrollado, en base a la metodología de la investigación seleccionado, realizado para la verificación de la hipótesis.

##### **4.1.2. Consideraciones para el desarrollo experimental**

Considerando su origen, composición, forma, granulometría y textura a efecto de ver la incidencia que estas características tienen en el concreto. Se tomaron las siguientes consideraciones dentro de la metodología utilizada en el desarrollo experimental:

###### **4.1.2.1. Agregados**

Se tomaron las siguientes consideraciones para los agregados utilizados.

- ✓ Todos los agregados provienen de una misma cantera.
- ✓ El tamaño máximo nominal del agregado grueso fue ½”.

- ✓ El tamaño máximo nominal del hormigón fue  $\frac{3}{4}$ ".
- ✓ El agregado fino utilizado fue el mismo para los concretos evaluados.

#### **4.1.2.2. Cemento**

El cemento a ser usado en la investigación es el Cemento Pórtland Andino Tipo I.

#### **4.1.2.3. Agua**

El agua utilizada fue el mismo para todos los concretos evaluados, proveniente del distribuido por Emapa Pasco SA.

#### **4.1.2.4. Diseño de mezcla**

Para el diseño de mezcla se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ El diseño de mezcla se realiza con el método del comité 211 del ACI, para todos los concretos.
- ✓ Se elaborará un concreto patrón
- ✓ Concreto Tipo 01(Piedra chancada  $\frac{1}{2}$ " y arena), en base al cual se justarán los demás diseños.
- ✓ La relación a/c será constante para todos los concretos ( $a/c=0.56$ ). – Se mantendrá la misma dosificación volumétrica en seco.
- ✓ El aire que se considera en el diseño de mezcla, únicamente es el producto del proceso de fabricación de la mezcla.
- ✓ La variabilidad del slump en el concreto patrón será cercanos a las 4".
- ✓ La resistencia de diseño será 210 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia promedio requerida será de 294 kg/cm<sup>2</sup>, (cabe recordar que la importancia de la investigación es la diferencia de resultados y no más la resistencia alcanzada, la resistencia de control será de 294 kg/cm<sup>2</sup>).

#### **4.1.2.5. Procesos**

Los procesos de dosificación, mezclado, curado y control de calidad fueron los mismos para los concretos evaluados.

#### **4.1.2.6. Curado de las muestras**

Para obtener valores más reales, (que se aproximen a lo sucedido en obra), el método de curado será por medio del aditivo curador, Súper curador Chema, por ser este el método más usual en las obras, ya que el curado sumergido no representa a lo que sucede en obra, y entrega valores muy superiores a los encontrados en campo.

#### **4.1.2.7. Ensayos**

Los ensayos necesarios para el agregado y concretos, así como la producción del concreto se realizar en un solo laboratorio (ZEMCO INGENIEROS SAC), con el mismo personal técnico.

#### **4.1.2.8. Normativa aplicable**

Para cada ensayo y procedimiento se respetó lo indicado en; la norma NTP (Norma Técnica Peruana), MTC (Manual de Ensayos de Materiales del MTC), ASTM (Normas de la American Society for Testing and Materials), RNE (Norma E 060 Concreto Armado Del Reglamento Nacional De Edificaciones), según corresponde.

### **4.1.3. Cantera**

#### **4.1.3.1. Generalidades**

Con el motivo de realizar la presente investigación, es necesario conocer la ubicación y características de la cantera del cual saldrán los agregados para la producción del concreto.

#### **4.1.3.2. Elección de la Cantera**

La cantera elegida para la presente investigación fue la de Cochamarca, perteneciente al centro poblado de Cochamarca, Distrito de Vicco, Pasco. La elección de la mencionada cantera fue por las siguientes razones.

- ✓ Es una de las canteras más reconocidas en el ámbito local.
- ✓ La producción de agregados es alta.
- ✓ Acceso fácil desde diferentes localidades y ciudades.
- ✓ Diversidad de agregados producidos.
- ✓ Precios moderados con el mercado.
- ✓ Traslado de material hasta las obras.

#### **4.1.3.3. Clima**

El Clima es Frío de Montaña, marcada por las estaciones, en verano es lluvioso con temperaturas entre los 10 °C y 4 °C. En invierno es seco y entre 5 °C y -4 °C, con nevadas ocasionales.

#### **4.1.3.4. Acceso**

La cantera en mención es de fácil acceso desde la ciudad de Cerro de Pasco, así como del resto de distritos. Del Distrito de Chaupimarca, Pasco, se encuentra a 34.24 km, recorrido en 45 minutos por carretera.

#### **4.1.3.5. Ubicación de la cantera**

Ubicado en el centro poblado de Cochamarca del Distrito de Vicco localizado entre las coordenadas:

**Tabla N° 12.** Coordenadas de la cantera

<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altura</b>
0360378	8799410	4131

#### **4.1.3.6. Características de la Cantera**

La cantera constituida por fragmentos, boleos, gravas, gravillas y arenas de roca calcárea e intrusiva de alta resistencia. El material en la cantera se presenta en bancos y terrazas, se dispone de una instalación de equipos para el triturado de la piedra según necesidad, para su explotación es con el empleo de maquinaria pesada para facilitar las actividades de acopio y zarandeo.

#### **4.1.3.7. Tipos de Agregados Extraídos**

Entre los agregados que produce la cantera Cochamarca encontramos.

- ✓ Arena Shocrette
- ✓ Arena segunda refinada
- ✓ Canto rodado - Grava 1/2"
- ✓ Canto rodado - Grava 3/4"
- ✓ Canto rodado - Grava 1"
- ✓ Hormigón – Arena gruesa
- ✓ Piedra chancada 1/2" Piedra chancada 3/4"
- ✓ Piedra chancada 1"

#### **4.1.3.8. Características litológicas del agregado**

Al pertenecer todos los agregados a la misma cantera presentan las mismas características litológicas, (Cantera Cochamarca, Deivis Inza Ramirez, 2017), como son:

- ✓ **Grupo Genérico:** Caliza, granitos, granodioritas.
- ✓ Forma granular, poliedral
- ✓ **Composición:** Fragmentos Caliza, cuarzo, granito Calcita, fosfatos
- ✓ **Color:** Gris a blanquecino grisáceo
- ✓ **Textura:** superficial fina irregular
- ✓ **Grado de alteración:** ligeramente
- ✓ **Grado de meteorización:** ligeramente de grado II
- ✓ **Discontinuidades:** no se aprecia en los fragmentos
- ✓ **Rugosidad:** categoría VI áspera
- ✓ **Índice de calidad RQD:** Regular a buena 79% - 83%

#### 4.1.3.9. Precios de agregado por metro cubico inc. Igv

Tabla N° 13. Precio de los agregados por m<sup>3</sup>

<b>Tipo De Agregado</b>	<b>Precio Por m<sup>3</sup> (S/.) Cantera</b>	<b>Precio Por m<sup>3</sup> (S/.) Pasco</b>
Arena Shocrette	41	64
Arena segunda refinada	26	50
Canto rodado - Grava 1/2"	22	45
Canto rodado - Grava 3/4"	25	48
Canto rodado - Grava 1"	31	54
Hormigón	26	50
Arena gruesa	28	51
Piedra chancada 1/2"	66	89
Piedra chancada 3/4"	66	89
Piedra chancada 1"	68	92

#### 4.1.3.10. Panel Fotográfico de la Cantera

Se muestra las fotografías de la cantera y la visita que se realizó para el estudio.

**Figura N° 2.** Ubicación del C.P. Cochamarca



**Fuente:** Tomado de Google Earth Pro, versión 2019

**Figura N° 3.** Ubicación de la cantera Cochamarca



**Fuente:** Tomado de Google Earth Pro, versión 2019

**Figura N° 4.** Vista satelital de la cantera Cochamarca



**Fuente:** Tomado de Google Earth Pro, versión 2019

**Figura N° 5.** Vista general cantera



**Fuente:** Tomado de la publicación Cantera Cochamarca, Deivis Inza Ramirez, 2017, Scribd.

**Figura N° 6.** Chancadora de piedra



**Fuente:** Tomado de la publicación Cantera Cochamarca, Deivis Inza Ramirez, 2017, Scribd.

**Figura N° 7.** Visita a la zona de acopio de agregados



**Figura N° 8.** Visita para extracción de muestras en zona de acopio de agregados



#### **4.1.4. Definición de las Muestras de Agregados**

##### **4.1.4.1. Elección de muestras para la investigación**

Se analiza concretos elaborados con tres tipos de agregados debido a que son los más usuales para la fabricación de concreto en la actualidad. Por ende, será de importancia el conocimiento que se obtenga. Se presenta los tipos de agregados a ser usados.

- ✓ Muestra N° 01 – Piedra Triturada
- ✓ Muestra N° 02 – Piedra Grava
- ✓ Muestra N° 03 – Hormigón

**Figura N° 9.** Muestras para la investigación



#### **4.1.5. Tipos de Agregados Usados en el Estudio**

A continuación, se realiza una descripción de los agregados usados en la presente investigación.

##### **4.1.5.1. Agregado fino**

El agregado fino, perteneciente a la cantera de Cochamarca (Vicco - Pasco).

**Figura N° 10.** Muestra N° 01 (arena gruesa)



#### 4.1.5.2. Agregado Grueso

##### a) Muestra N° 01 (Piedra Triturada ½")

El agregado Grueso de la muestra N° 01, (Piedra triturada ½"), perteneciente a la cantera de Cochamarca (Vicco - Pasco).

**Figura N° 11.** Muestra N° 01 (piedra triturada ½")



##### b) Muestra N° 02 (Piedra Grava ½")

El agregado Grueso de la muestra N° 02, (Piedra Grava ½"), perteneciente a la cantera de Cochamarca (Vicco - Pasco).

**Figura N° 12.** Muestra N° 02 (piedra grava ½")



#### **4.1.5.3. Agregado hormigón**

##### **a) Muestra N° 03 (hormigón).**

El agregado de la muestra N° 03, (Hormigón), perteneciente a la cantera de Cochamarca (Vicco - Pasco).

**Figura N° 13.** Muestra N° 03 (hormigón)



#### **4.1.6. Muestreo de los agregados**

Las muestras de agregados pétreos para los distintos ensayos fueron efectivamente representativas del material. Se siguieron los procedimientos indicados en las normas NTP 400.010: AGREGADOS. Extracción y muestreo.

**Figura N° 14.** Zona de muestreo – arena



**Figura N° 15.** Zona de muestreo - grava



**Figura N° 16.** Zona de muestreo – piedra triturada



**Figura N° 17.** Zona de muestreo – hormigón



#### **4.1.7. Caracterización de los materiales**

Corresponde a todos los ensayos necesarios para obtener las características de los materiales a emplearse en la presente investigación, el resumen de dichos resultados se presenta en el capítulo IV y se presentan forma completa en el capítulo de ANEXOS, considerando los siguientes ensayos.

- ✓ Granulometría de los agregados
- ✓ Peso unitario suelto seco de los agregados (PUS)
- ✓ Peso unitario compacto seco de los agregados (PUC)
- ✓ Peso específico de los agregados
- ✓ Absorción de los agregados
- ✓ Humedad de los agregados

#### **4.1.8. Diseño de mezcla**

Corresponde a los diseños de mezcla realizados para cada tipo de concreto, cuyos resultados se presentan en el capítulo IV y se presentan forma completa en el capítulo de ANEXOS.

#### **4.1.9. Elaboración de la mezcla de concreto**

La elaboración de la mezcla fue realizada según lo indicado en el diseño de mezcla para cada tipo de concreto. Los materiales utilizados para la elaboración de los diferentes tipos de concreto son:

##### **Concreto Tipo 01:**

- ✓ Arena gruesa como agregado fino.
- ✓ Piedra triturada de ½", como agregado grueso
- ✓ Agua, proporcionada por el laboratorio
- ✓ Cemento Andino Portland Tipo 01

### **Concreto Tipo 02:**

- ✓ Arena gruesa como agregado fino.
- ✓ Piedra Grava de ½", como agregado grueso
- ✓ Agua, proporcionada por el laboratorio
- ✓ Cemento Andino Portland Tipo 01

### **Concreto Tipo 03:**

- ✓ Hormigón, como agregado global
- ✓ Agua, proporcionada por el laboratorio
- ✓ Cemento Andino Portland Tipo 01

La elaboración de las mezclas fue realizada en el laboratorio ZEMCO INGENIERÍA SAC, con el apoyo y dirección del jefe de laboratorio. En resumen, se siguieron los procedimientos siguientes:

- ✓ Mezclado con Maquinaria. Se introdujo inicialmente el agregado grueso con parte del agua de la mezcla para que después se prenda la mezcladora e inicie la rotación.
- ✓ Con la mezcladora en funcionamiento, se introdujo el agregado fino, cemento y agua.
- ✓ Se mezcló por 3 minutos contados desde el instante que todos los ingredientes ingresaron en la mezcla. Se puso en reposo por 3 minutos más y se mezcla finalmente durante 2 minutos más.
- ✓ Durante el periodo de reposo se cubre la zona abierta del trompo para evitar evaporación.
- ✓ El concreto se debe recibir en el recipiente limpio y seco y se debe re-mezclar con un palustre o pala, hasta hacerlo uniforme y evitar la segregación.

- ✓ Se recibe el concreto en un recipiente seco y limpio y con la ayuda de una pala se remezcla para evitar la segregación y hacerlo uniforme.
- ✓ La preparación de todas las mezclas de concreto fue echas en base a; NTP 339.183 CONCRETO. Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.

A continuación, se presenta el panel fotográfico del proceso de elaboración del concreto en sus diferentes tipos.

**Figura N° 18.** Dosificación en peso de los materiales



**Figura N° 19.** Preparación de los moldes para las muestras



**Figura N° 20.** Inicio de la elaboración del concreto



**Figura N° 21.** Preparación de muestras de concreto



#### **4.1.10. Determinación de las propiedades del concreto**

Este ítem refiere a los ensayos que se realizaron para determinar las propiedades del concreto evaluadas en la presente investigación, el resumen de los resultados se presenta en el capítulo IV y se presentan forma completa en los ANEXOS. Las características del concreto evaluadas son:

- ✓ Consistencia Del Concreto
- ✓ Peso Unitario Fresco Del Concreto
- ✓ Peso Unitario Endurecido Del Concreto
- ✓ Resistencia A La Compresión Del Concreto
- ✓ Resistencia A La Flexión Del Concreto
- ✓ Costo Del Concreto Por m<sup>3</sup>

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Presentación de Resultados

En el presente ítem se presentan el resumen de los resultados obtenidos de los ensayos realizados al concreto.

En el presente Capítulo se muestran los resultados y los cuadros resumen de los ensayos realizados en esta investigación, para las diferentes propiedades del concreto evaluados.

Los ensayos se realizaron para la única relación agua/cemento,  $a/c = 0.56$  con relación volumétrica única; Cemento ( $0.125 \text{ m}^3$ ), agregado Grueso ( $0.345 \text{ m}^3$ ), Agregado Fino ( $0.38 \text{ m}^3$ ) y agua ( $0.217 \text{ m}^3$ ), para todos los tipos de concreto respectivamente, se consideró como concreto patrón al elaborado con piedra Triturada de  $\frac{1}{2}$ " , cumpliendo con la relación  $a/c$  y dosificación volumétrica indicada anteriormente.

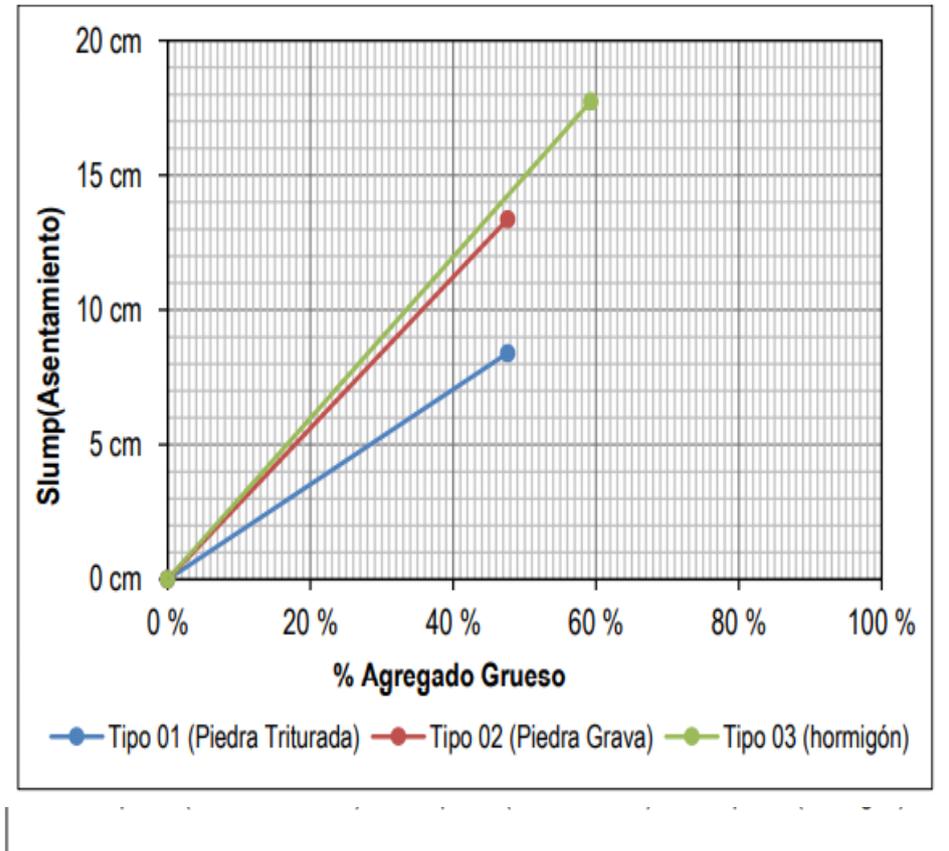
El resultado de los ensayos y el proceso de su cálculo, se detalla en los ANEXOS, en donde se proporciona toda la información para la obtención de los valores promedios finales, los cuales se muestran en forma resumida en el presente Capítulo.

#### 4.2.1.1. Consistencia

**Tabla N° 14.** Asentamiento del concreto por tipo de agregado

N°	Tipo De Concreto	Asentamiento (pulgadas)	Asentamiento (cm)
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	3.31 "	8.40 cm
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	5.26 "	13.37 cm
3	Tipo 03 (hormigón)	6.98 "	17.73 cm

**Figura N° 22.** Asentamiento según tipo de agregado



**Tabla N° 15.** Asentamiento por tipo de concreto vs % agregado grueso

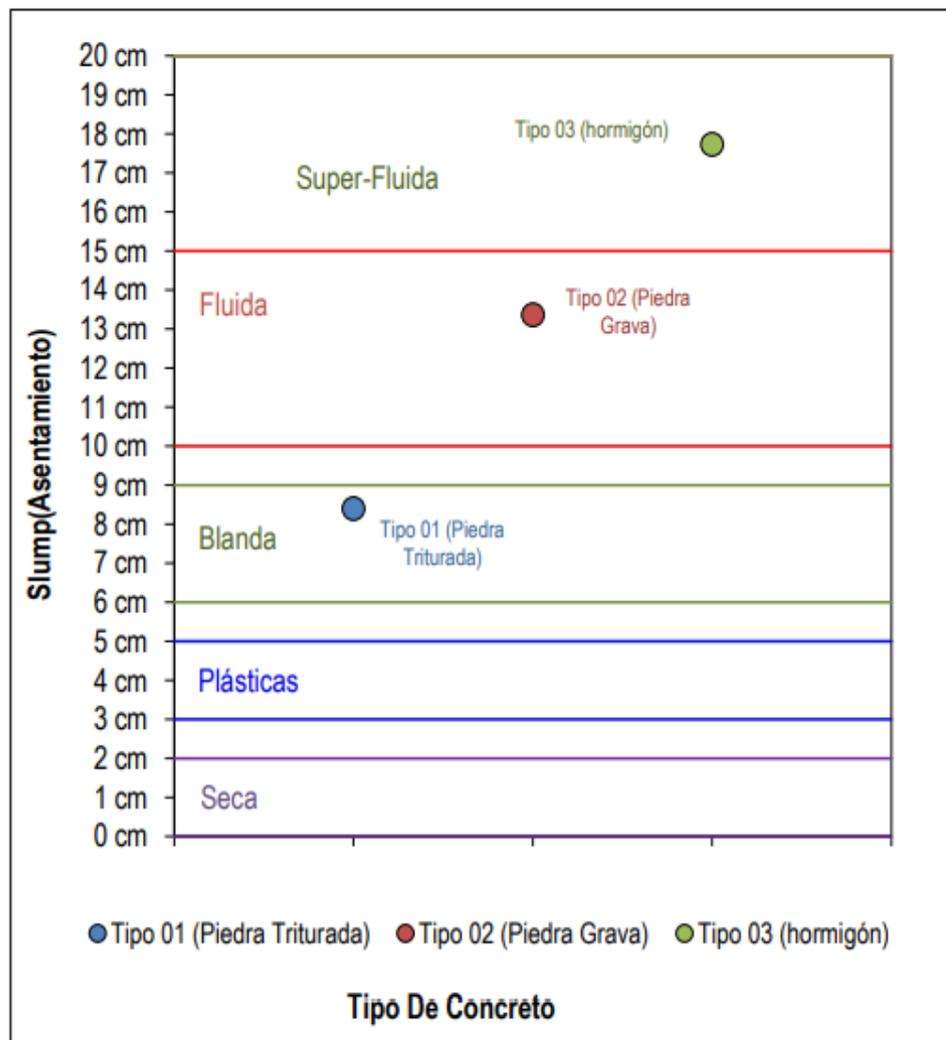
N°	Tipo De Concreto	Agregado Fino (m <sup>3</sup> )	Agregado Grueso (m <sup>3</sup> )	% Agregado Grueso	Asentamiento	
					pulgada	cm
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	47.62 %	3.31 "	8.40 cm
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	47.62 %	5.26 "	13.37cm
3	Tipo 03 (hormigón)	0.30 m <sup>3</sup>	0.43 m <sup>3</sup>	59.26 %	6.98 "	17.73cm

**Figura N° 23.** Asentamiento según % de agregado grueso

**Tabla N° 16.** Asentamiento por tipo de concreto vs patrón

N°	Tipo De Concreto	Asentamiento (pulgadas)	Asentamiento (cm)	Variación respecto al Patrón	Diferencia Respecto al Patrón
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	3.31 "	8.40 cm	100.00 %	0.00 cm
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	5.26 "	13.37 cm	159.13 %	-4.97 cm
3	Tipo 03 (hormigón)	6.98 "	17.73 cm	211.11 %	-9.33 cm

**Figura N° 24.** Asentamiento y trabajabilidad por tipo de agregado

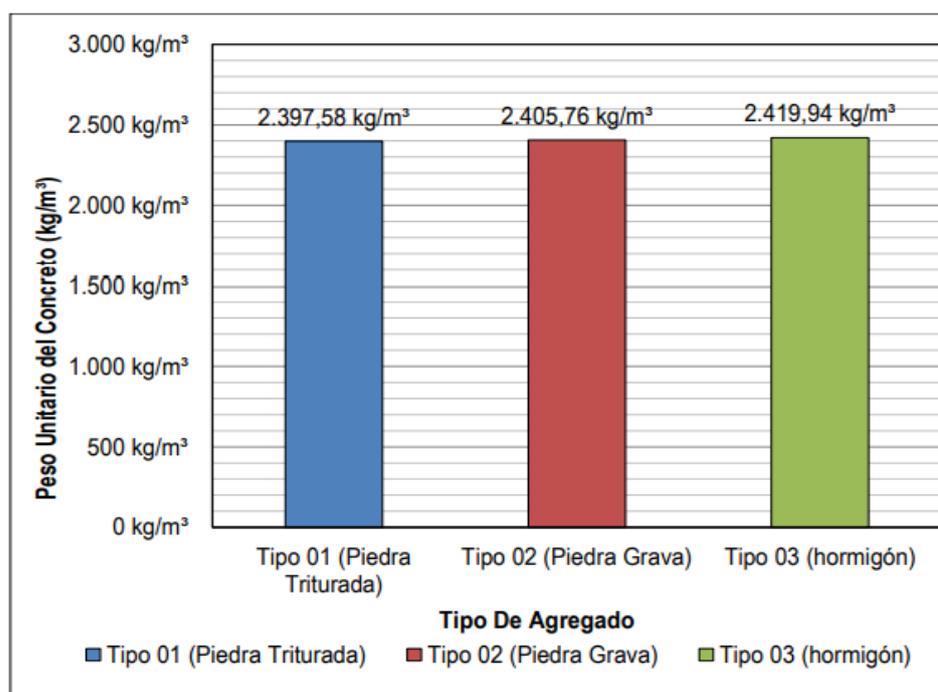


#### 4.2.1.2. Peso unitario fresco

**Tabla N° 17.** Peso unitario fresco del concreto por tipo de agregado

N°	Tipo De Concreto	Peso Unitario del Concreto fresco (kg/m <sup>3</sup> )
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	2,397.58 kg/m <sup>3</sup>
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	2,405.76 kg/m <sup>3</sup>
3	Tipo 03 (hormigón)	2,419.94 kg/m <sup>3</sup>

**Figura N° 25.** Peso unitario fresco del concreto por tipo de agregado.



**Tabla N° 18.** Peso unitario fresco del concreto respecto al patrón.

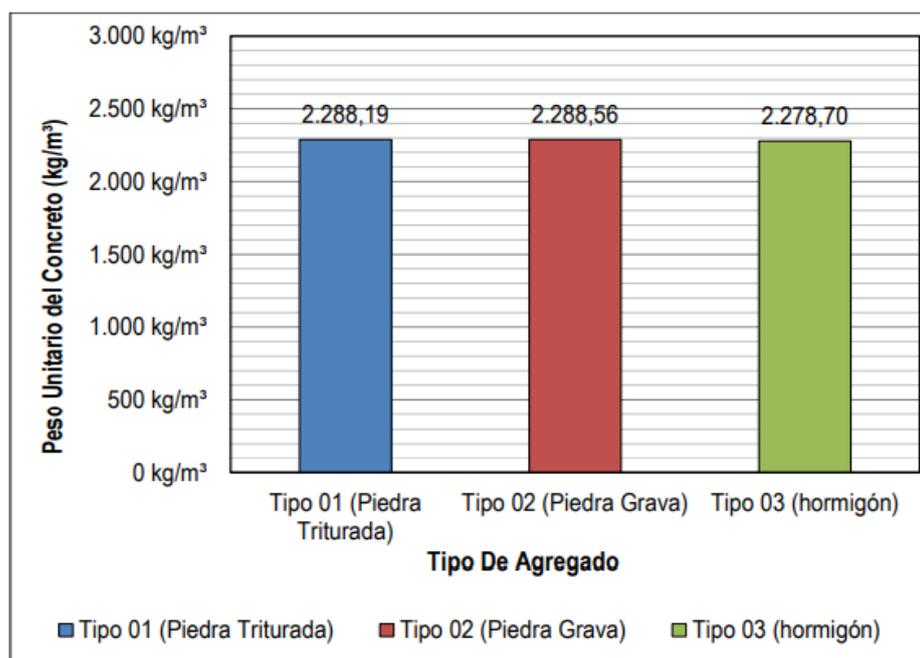
N°	Tipo De Concreto	Peso Unitario del Concreto fresco (kg/m <sup>3</sup> )	Dif. Resp. Patrón (%)	Dif. Resp. Patrón (kg)
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	2,397.58 kg/m <sup>3</sup>	100.00 %	0.00 kg
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	2,405.76 kg/m <sup>3</sup>	100.34 %	-8.18 kg
3	Tipo 03 (hormigón)	2,419.94 kg/m <sup>3</sup>	100.93 %	-22.36 kg

#### 4.2.1.3. Peso unitario endurecido

**Tabla N° 19.** Peso unitario endurecido del concreto por tipo de agregado.

N°	Tipo De Concreto	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	2,288.19
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	2,288.56
3	Tipo 03 (hormigón)	2,278.70

**Figura N° 26.** Peso unitario endurecido del concreto por tipo de agregado.



**Tabla N° 20.** Peso unitario endurecido del concreto respecto al patrón.

N°	Tipo De Concreto	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Dif. Resp. Patrón (%)	Dif. Resp. Patrón (kg)
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	2,288.19	100.00 %	0.00 kg
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	2,288.56	100.02 %	-0.37 kg
3	Tipo 03 (hormigón)	2,278.70	99.59 %	9.49 kg

#### 4.2.1.4. Resistencia a la compresión

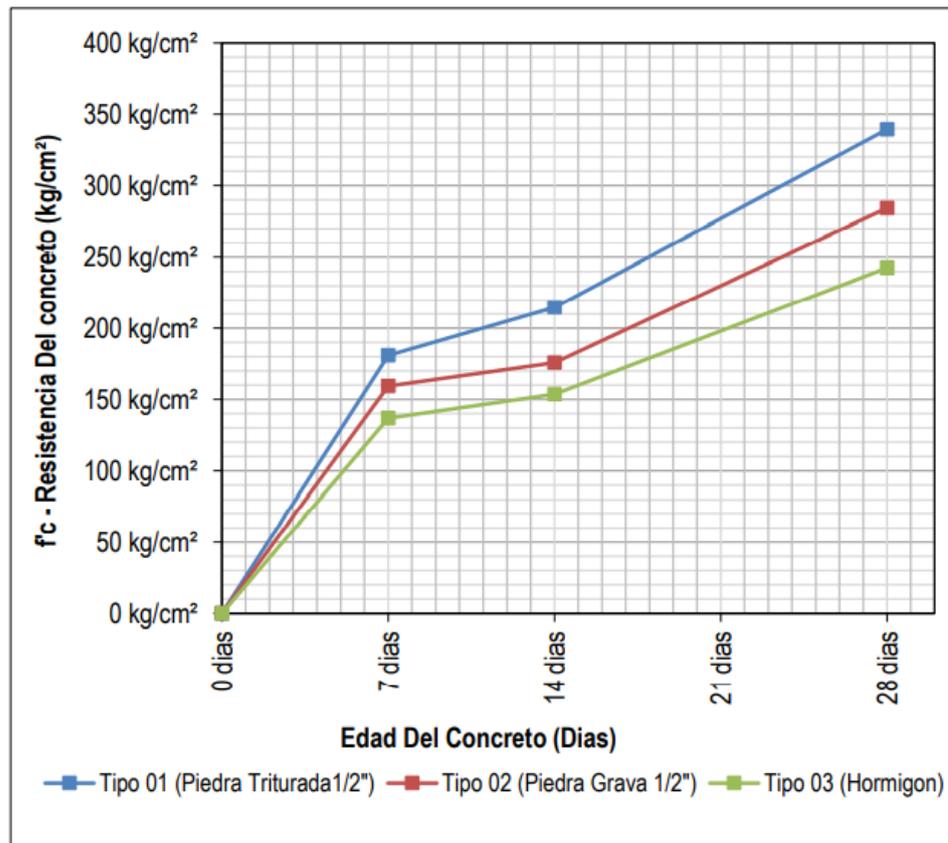
Con la finalidad de cuantificar los efectos en la resistencia del concreto se fabricaron veinte siete (27) probetas, 09 probetas para cada diseño (Concreto tipo 01, 02 y 03), los cuales fueron ensayados en la máquina de compresión, a las edades de siete (07), catorce (14) y veintiocho (28) días (09 unidades para cada edad).

Los resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión se muestran en los Cuadros, además se presenta los Gráficos Resistencia a la compresión correspondientes.

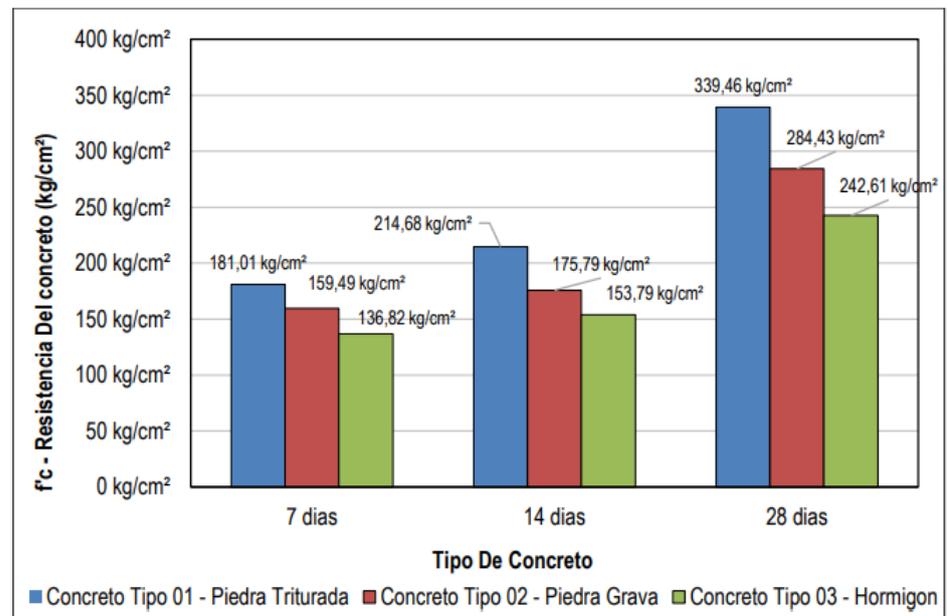
**Tabla N° 21.** Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días

N°	Tipo	7 días	14 días	28 días
1	Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")	181.01 kg/cm <sup>2</sup>	214.68 kg/cm <sup>2</sup>	339.46 kg/cm <sup>2</sup>
2	Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")	159.49 kg/cm <sup>2</sup>	175.79 kg/cm <sup>2</sup>	284.43 kg/cm <sup>2</sup>
3	Tipo 03 (Hormigón)	136.82 kg/cm <sup>2</sup>	153.79 kg/cm <sup>2</sup>	242.61 kg/cm <sup>2</sup>

**Figura N° 27.** Resistencia a la compresión respecto a la edad



**Figura N° 28.** Resistencia a la compresión por tipo de concreto



**Tabla N° 22.** Resistencia a la compresión respecto al patrón por tipo de agregado.

Tipo Concreto		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")		Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")		Tipo 03 (Hormigón)	
N°	Edad (días)	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patrón	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patrón	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patrón
1	7	181.01 kg/cm²	100 %	159.49 kg/cm²	88.11 %	136.82 kg/cm²	75.59 %
2	14	214.68 kg/cm²	100 %	175.79 kg/cm²	81.88 %	153.79 kg/cm²	71.64 %
3	28	339.46 kg/cm²	100 %	284.43 kg/cm²	83.79 %	242.61 kg/cm²	71.47 %

**Tabla N° 23.** Variación de la resistencia a la compresión (f'c) respecto al patrón.

Tipo Concreto		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")		Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")		Tipo 03 (Hormigón)	
N°	Edad (días)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δ f'c Patrón	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δ f'c Patrón	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δ f'c Patrón
1	7	181.01 kg/cm²	0.00 kg/cm²	159.49 kg/cm²	21.52 kg/cm²	136.82 kg/cm²	44.19 kg/cm²
2	14	214.68 kg/cm²	0.00 kg/cm²	175.79 kg/cm²	38.89 kg/cm²	153.79 kg/cm²	60.89 kg/cm²
3	28	339.46 kg/cm²	0.00 kg/cm²	284.43 kg/cm²	55.03 kg/cm²	242.61 kg/cm²	96.85 kg/cm²

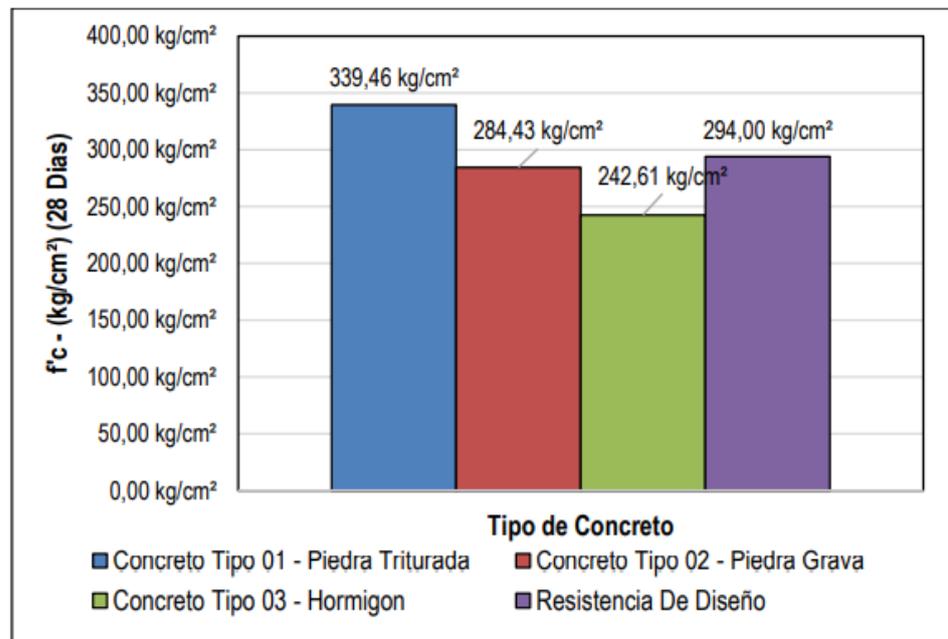
**Tabla N° 24.** Variación de la resistencia a la compresión (f'c) respecto a la resistencia de diseño (294 kg/cm²).

Tipo Concreto		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")		Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")		Tipo 03 (Hormigón)	
N°	Edad (días)	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patrón	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patrón	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patrón
1	28	339.46 kg/cm²	115.46 %	284.43 kg/cm²	96.74 %	242.61 kg/cm²	82.52 %

**Tabla N° 25.** Diferencia de la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) respecto a la resistencia de diseño ( $294 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tipo Concreto		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")	Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")	Tipo 03 (Hormigón)			
N°	Edad (días)	Resistencia $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\Delta f'c$ (294 $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\Delta f'c$ (294 $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\Delta f'c$ (294 $\text{kg/cm}^2$ )
1	28	339.46 $\text{kg/cm}^2$	-45.46 $\text{kg/cm}^2$	284.43 $\text{kg/cm}^2$	9.57 $\text{kg/cm}^2$	242.61 $\text{kg/cm}^2$	51.39 $\text{kg/cm}^2$

**Figura N° 29.** Resistencia a la compresión vs resistencia de diseño

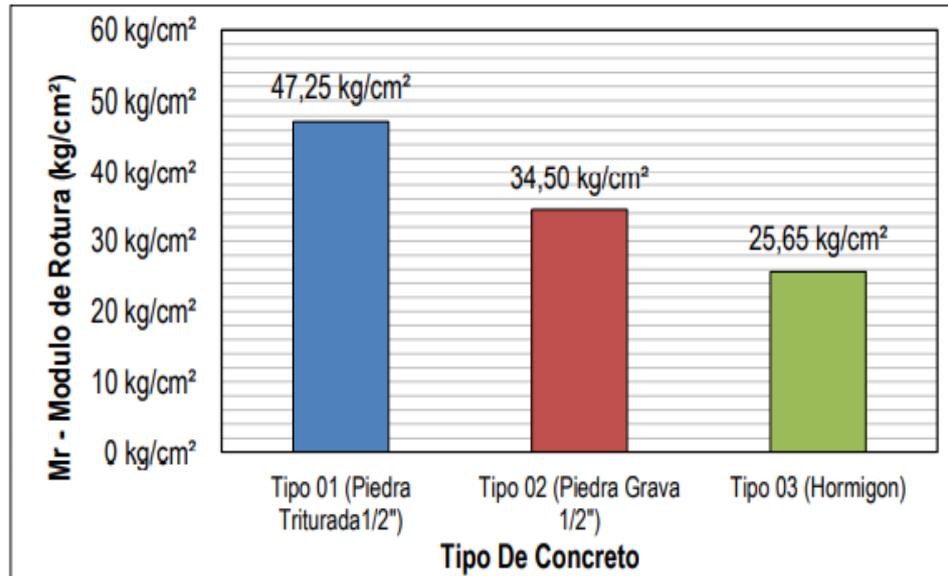


#### 4.2.1.5. Resistencia a la flexión

**Tabla N° 26.** Módulo de rotura a los 28 días

N°	Descripción	Módulo de Rotura $M_r$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")	47.25 $\text{kg/cm}^2$
2	Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")	34.50 $\text{kg/cm}^2$
3	Tipo 03 (Hormigón)	25.65 $\text{kg/cm}^2$

**Figura N° 30.** Módulo de rotura por tipo de agregado



**Tabla N° 27.** Variación del módulo de rotura respecto al patrón

N°	Descripción	Módulo de Rotura Mr (kg/cm²)	% Respecto al Patrón
1	Tipo 01 - Piedra Triturada	47.25 kg/cm²	100.00 %
2	Tipo 02 - Piedra Grava	34.50 kg/cm²	73.02 %
3	Tipo 03 - Hormigón	25.65 kg/cm²	54.29 %

**Tabla N° 28.** Diferencia del módulo de rotura respecto al patrón

N°	Descripción	Módulo de Rotura Mr (kg/cm²)	% Diferencia Respecto Al Patrón
1	Tipo 01 - Piedra Triturada	47.25 kg/cm²	0.00 kg/cm²
2	Tipo 02 - Piedra Grava	34.50 kg/cm²	12.75 kg/cm²
3	Tipo 03 - Hormigón	25.65 kg/cm²	21.60 kg/cm²

**Tabla N° 29.** Correlación entre la resistencia a la flexión y las resistencias a la compresión (k).

N°	Descripción	Resistencia f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Constante "k"
1	Tipo 01 – Piedra Triturada	339.46 kg/cm <sup>2</sup>	47.25 kg/cm <sup>2</sup>	2.56
2	Tipo 02 – Piedra Grava	284.43 kg/cm <sup>2</sup>	34.50 kg/cm <sup>2</sup>	2.05
3	Tipo 03 - Hormigón	242.61 kg/cm <sup>2</sup>	25.65 kg/cm <sup>2</sup>	1.65

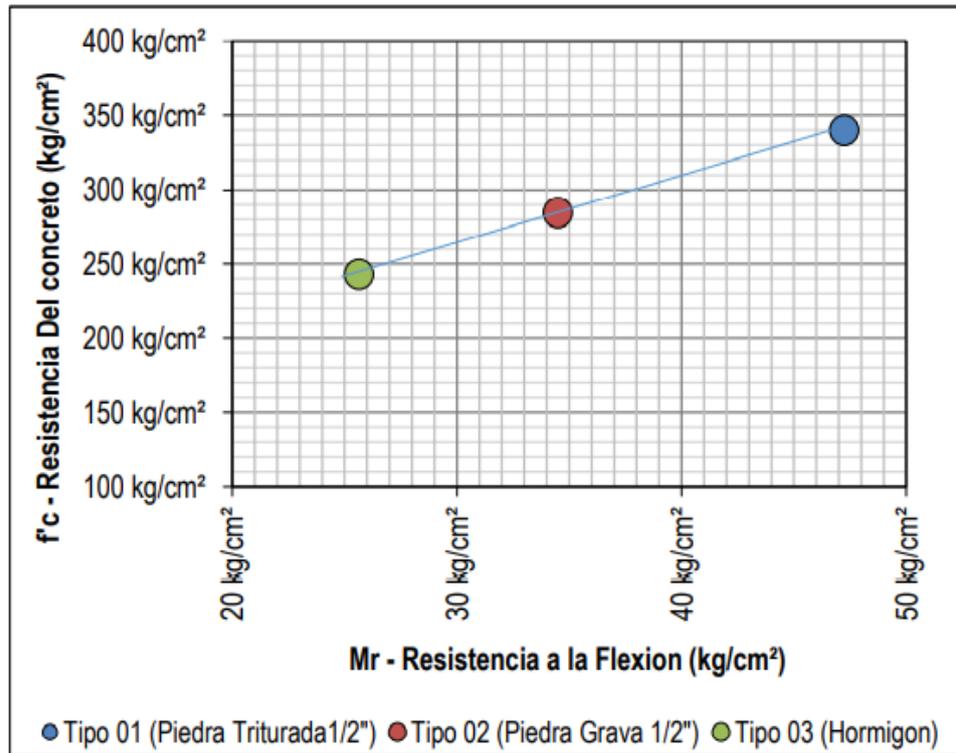
**Nota:** La constante "k" varia de 2 a 2.7 en concretos de la ciudad. Una relación aproximada, es la que se indica. ( $M_r = k (f'c)^{1/2}$ ).

**Tabla N° 30.** Correlación entre la resistencia a la flexión y las resistencias a la compresión (%).

N°	Descripción	Resistencia f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	% Mr Respecto F'c
1	Tipo 01 - Piedra Triturada	339.46 kg/cm <sup>2</sup>	47.25 kg/cm <sup>2</sup>	13.92 %
2	Tipo 02 - Piedra Grava	284.43 kg/cm <sup>2</sup>	34.50 kg/cm <sup>2</sup>	12.13 %
3	Tipo 03 - Hormigón	242.61 kg/cm <sup>2</sup>	25.65 kg/cm <sup>2</sup>	10.57 %

**Nota:** El módulo de rotura presenta valores que varían entre un 10% y un 20% de la resistencia a la compresión. Una relación aproximada, es la que se indica. ( $M_r = (0.10 \text{ a } 0.20)(f'c)$ ).

**Figura N° 31.** Resistencia a la compresión vs módulo de rotura



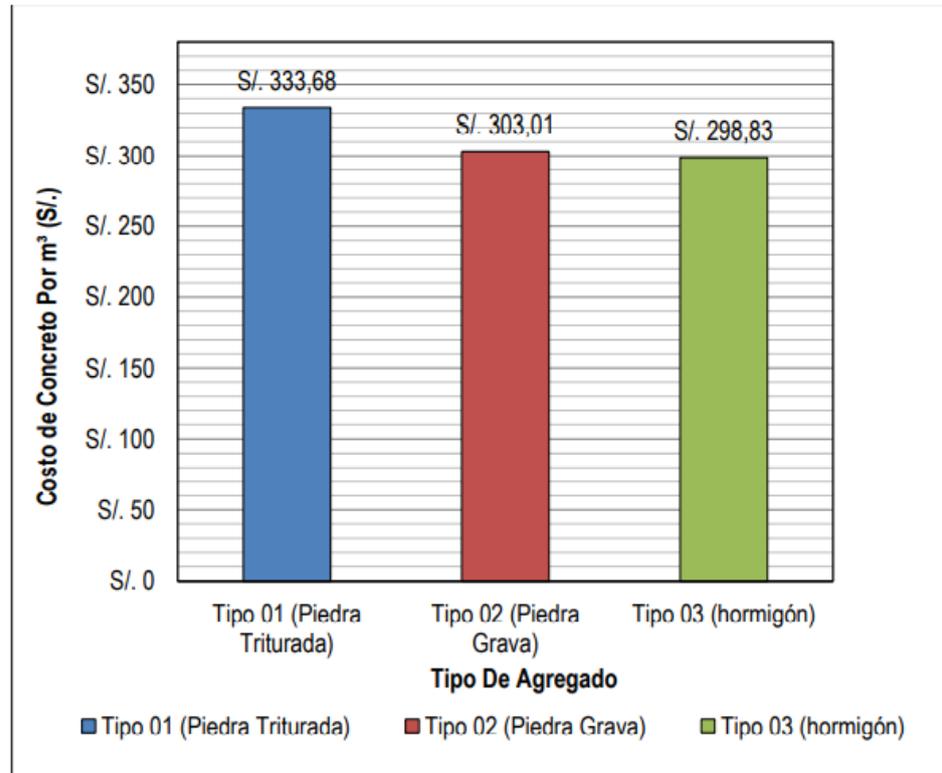
**Nota:** Se presenta un comportamiento lineal entre estas relaciones de resistencia.

#### 4.2.1.6. Costo de concreto

**Tabla N° 31.** Costo del concreto por tipo por m³.

N°	Descrip.	Cemento Por Bls	Agregado Fino Por m³	Agregado Grueso Por m³	Agua Por m³	Costo Total de Concreto m³	Dif. Resp. Patrón (S/.)	Dif. Resp. Patrón (%)
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	S/. 247.58	S/. 31.44	S/. 37.22	S/. 0.37	S/. 333.68	S/. 0.00	100.00 %
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	S/. 246.94	S/. 31.36	S/. 16.75	S/. 0.40	S/. 303.01	S/. 30.68	90.81 %
3	Tipo 03 (hormigón)	S/. 250.31	S/. 48.08		S/. 0.43	S/. 298.83	S/. 34.85	89.55 %

**Figura N° 32.** Costo de concreto según tipo de agregado.



**Tabla N° 32.** Costo del concreto según resistencia  $f'c$  y  $Mr$ .

N°	Descripción	Costo Total de Concreto m³	Resistencia Conseguida $f'c$	Resistencia Conseguida $Mr$
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	S/ 333.68	339.46 kg/cm <sup>2</sup>	47.25 kg/cm <sup>2</sup>
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	S/ 303.01	284.43 kg/cm <sup>2</sup>	34.50 kg/cm <sup>2</sup>
3	Tipo 03 (hormigón)	S/ 298.83	242.61 kg/cm <sup>2</sup>	25.65 kg/cm <sup>2</sup>

#### 4.2.2. Análisis de resultados

Los procedimientos estadísticos realizados en la presente investigación, corresponden a todos los cálculos ejecutados para obtener los resultados finales de cada ensayo, los cuales se presentan en forma completa en los ANEXOS, y corresponden a los cálculos para cada agregado y cada tipo de concreto, en el presente capítulo se presenta los resultados del análisis.

#### 4.2.2.1. Caracterización de los materiales

a) **Cemento.** El cemento usado es el Cemento Portland Tipo I Andino, en presentación de bolsas de 42.5 kg. Cumple con NTP 334.009 y ASTM C-150.

**Tabla N° 33.** Propiedades físicas del cemento pórtland tipo I andino.

Propiedades Físicas		Cemento Andino Tipo I	NTP 334.009
Finura mallas (%Ret.)	100	0.34	
	170	3.07	
	200	5.66	
	325	20.42	
S. Especifico Blaine (cm <sup>2</sup> /gr)		3300	280 (min)
Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )		3.12	----
Expansión Autoclave (%)		0.02	0.8 (máx.)
Calor de hidratación (cal/g): 7 días		64.93	
Consistencia Normal (%)		23.38	----
Falso Fraguado (%)		68.44	
Contenido de Aire (%)		6.5	12 (máx.)
Fraguado Vicat	Inicial	2.5	45 m (min)
(h:m)	Final	3.45	375 m (máx.)
Fluidez (a/c)		0.485	
Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	3 días	204	125 (min)
	7 días	289	195 (min)
	28 días	392	-----

**Fuente:** Ficha técnica, 2019, Cemento Andino Portland Tipo I, UNACEM

b) **Agua.** El agua empleada en la preparación del concreto cumple con los requisitos de la Norma NTP 339.088, Agua Para La Preparación y Curado Del Concreto, el laboratorio dota del agua para el uso, y garantiza la calidad de la misma.

c) **Agregado Fino (Arena Gruesa).** El desarrollo y cálculo correspondiente se presenta en los Anexos, a continuación, se presenta el resumen de las propiedades físicas del agregado.

**Tabla N° 34.** Propiedades físicas del agregado fino.

<b>Propiedad Física</b>	<b>Valor</b>
Contenido de Humedad	4.56%
Porcentaje De Absorción	1.83%
Peso Especifico	2594.42 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compacto	1815.46 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	1672.76 kg/m <sup>3</sup>
% Que Pasa Tamiz N°200	0.65%
Módulo De Finura	3.69
Granulometría	Regular

**d) Agregado Grueso (Piedra Triturada ½”).** El desarrollo y cálculo correspondiente se presenta en los Anexos, a continuación, se presenta el resumen de las propiedades físicas del agregado.

**Tabla N° 35.** Propiedades físicas del agregado grueso – piedra triturada ½”.

<b>Propiedad Física</b>	<b>Valor</b>
Perfil del agregado	Angular
Tamaño Máximo Nominal	1/2”
Contenido de Humedad	1.86%
Porcentaje De Absorción	1.27%
Peso Especifico	2246.29 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compacto	1507.62 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	1296.15 kg/m <sup>3</sup>
% Que Pasa Tamiz N°200	0.17%
Módulo De Finura	6.45
Granulometría	Adecuada

**e) Agregado Grueso (Piedra Grava ½”).** El desarrollo y cálculo correspondiente se presenta en los Anexos, a continuación, se presenta el resumen de las propiedades físicas del agregado.

**Tabla N° 36.** Propiedades físicas del agregado grueso – piedra grava 1/2”.

<b>Propiedad Física</b>	<b>Valor</b>
Perfil del agregado	Redondeada
Tamaño Máximo Nominal	1/2”
Contenido de Humedad	0.20%
Porcentaje De Absorción	1.54%
Peso Especifico	2281.60 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compacto	1613.87 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	1458.06 kg/m <sup>3</sup>
% Que Pasa Tamiz N°200	0.01%
Módulo De Finura	6.96
Granulometría	Adecuada

f) **Agregado Hormigón.** A continuación, se presenta el resumen de las propiedades físicas del agregado.

**Tabla N° 37.** Propiedades físicas del agregado hormigón.

<b>Propiedad Física</b>	<b>Valor</b>
Perfil del agregado	Redondeado
Tamaño Máximo Nominal	3/4”
Contenido de Humedad	1.86%
Porcentaje De Absorción	1.82%
Peso Especifico	2417.51 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compacto	1966.24 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	1878.74 kg/m <sup>3</sup>
% Que Pasa Tamiz N°200	0.17%
Módulo De Finura	5.57
Granulometría	Regular

#### 4.2.2.2. Diseño de mezcla (método ACI 211).

Para el diseño del concreto patrón se usó el Método del comité 211 ACI, y se realizó el diseño para un concreto de resistencia a la compresión del concreto igual a 210 kg/cm<sup>2</sup>, (Correspondiente a una resistencia promedio requerida de 294 kg/cm<sup>2</sup>), a los 28 días, de donde se obtuvo la

relación agua-cemento de 0.56 con un asentamiento cercano a 4". El diseño de muestra patrón fue corregida hasta obtener el asentamiento deseado (4"). El diseño de mezcla patrón fue realizado tomando como agregado fino la arena gruesa, y como agregado grueso la piedra triturada de 1/2".

En base al diseño patrón y sin la modificación de la relación a/c, (obtenido en el diseño del concreto patrón), se realizaron los diseños para los otros concretos. Se mantuvo la misma dosificación volumétrica en seco, para cada concreto como se muestra a continuación.

**Tabla N° 38.** Dosificación en volumen para 01 m<sup>3</sup> de concreto – seco (patrón).

Tipo De Concreto	Dosificación En Volumen Por m <sup>3</sup> Seco				
	Cemento (m <sup>3</sup> )	Agregado Fino (m <sup>3</sup> )	Agregado Grueso (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )	Relación a/c
Patrón	0.125	0.380	0.345	0.217	0.56

**Figura N° 33.** Dosificación volumétrica por tipo de concreto.

Concreto Tipo 01	Concreto Tipo 02	Concreto Tipo 03
Cemento (0.125 m <sup>3</sup> )	Cemento (0.125 m <sup>3</sup> )	Cemento (0.125 m <sup>3</sup> )
Agua (0.217 m <sup>3</sup> )	Agua (0.217 m <sup>3</sup> )	Agua (0.217 m <sup>3</sup> )
Aire (0.025 m <sup>3</sup> )	Aire (0.025 m <sup>3</sup> )	Aire (0.025 m <sup>3</sup> )
Arena (0.380 m <sup>3</sup> )	Arena (0.380 m <sup>3</sup> )	Hormigon (0.725 m <sup>3</sup> )
Piedra Triturada (0.345 m <sup>3</sup> )	Piedra Grava (0.345 m <sup>3</sup> )	

Los diseños de mezcla se presentan en los Anexos, a continuación, se presentan el resumen del diseño corregidos para cada tipo de concreto.

- a) **Diseño de Mezcla Tipo N° 01 (Piedra Triturada ½”).** Corresponde al concreto elaborado con piedra triturada de ½”, diseño patrón de la investigación, se presenta el resumen de diseño en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 39.** Dosificación por m<sup>3</sup> en peso concreto tipo 01.

Tipo De Concreto	Dosificación Por m <sup>3</sup> en Peso				
	Cemento (kg)	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Agua (lts)	Relación a/c
Tipo 01 (Concreto elaborado con Piedra Triturada ½”)	389.39	1030.31	790.11	185.80	0.56
Proporción En Peso (kg) (C:A:P/Agua)					
1 : 2.65 : 2.03/0.48					

- b) **Diseño de Mezcla Tipo N° 02 (Piedra Grava ½”).** Corresponde al concreto elaborado con arena y piedra grava de ½”, se presenta el resumen de diseño en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 40.** Dosificación por m<sup>3</sup> en peso concreto tipo 02.

Tipo De Concreto	Dosificación Por m <sup>3</sup> en Peso				
	Cemento (kg)	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Agua (lts)	Relación a/c
Tipo 02 (Concreto elaborado con Piedra Grava ½”)	389.39	1030.31	789.45	200.94	0.56
Proporción En Peso (kg) (C:A:P/Agua)					
1 : 2.65 : 2.03/0.52					

- c) **Diseño de Mezcla Tipo N° 03 (Hormigón).** Corresponde al concreto elaborado con hormigón, se presenta el resumen de diseño en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 41.** Dosificación por m<sup>3</sup> en peso concreto tipo 03

Tipo De Concreto	Dosificación Por m <sup>3</sup> en Peso				
	Cemento (kg)	Agregado Global (kg)		Agua (lts)	Relación a/c
Tipo 03 (Concreto elaborado con Hormigón)	389.39	1785.60		216.58	0.56
Proporción En Peso (kg) (C:H/Agua)					
1 : 4.59/0.56					

#### 4.2.2.3. Propiedades del concreto evaluadas.

Para la determinación y diferenciación de los valores de las propiedades del concreto se realizaron los siguientes ensayos según las normas peruanas correspondientes.

A continuación, se presenta los resultados de cada ensayo del concreto para cada tipo del concreto.

**1. Consistencia.** El ensayo fue realizado en base a la NTP 339.035 Concreto - Método De Ensayo Para La Medición Del Asentamiento Del Concreto De Cemento Portland. De la cual se presenta los resultados obtenidos para los tres tipos de concretos. (Se presenta el ensayo completo en los Anexos).

**a) Concreto tipo 01:**

**Tabla N° 42.** Consistencia del concreto (concreto tipo 01).

<b>N°</b>	<b>Código</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
P-1	Piedra 1	7.8
P-2	Piedra 2	8.3
P-3	Piedra 3	9.1

**b) Concreto tipo 02:**

**Tabla N° 43.** Consistencia del concreto (concreto tipo 02).

<b>N°</b>	<b>Código</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
G-1	Grava 1	14.5
G-2	Grava 2	12.6
G-3	Grava 3	13

**c) Concreto tipo 03:**

**Tabla N° 44.** Consistencia del concreto (concreto tipo 03).

<b>N°</b>	<b>Código</b>	<b>Asentamiento (cm)</b>
H-1	Hormigón 1	18.5
H-2	Hormigón 2	17.9
H-3	Hormigón 3	16.8

2. **Peso Unitario fresco.** El ensayo fue realizado en base a la NTP 339.046 Concreto, Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del concreto. De la cual se presenta los resultados obtenidos para los tres tipos de concretos. (Se presenta el ensayo completo en los Anexos).

a) **Concreto tipo 01:**

**Tabla N° 45.** Determinación del peso unitario concreto fresco.  
(concreto tipo 01).

N°	Código	Altura Recip. (m)	Diámetro del Recip. (m)	Peso Molde + Muestra (kg)	Peso Molde (kg)	Peso Muestra (kg)	Volumen de Molde (m³)	Peso Unitario (kg/m³)
P-1	Piedra 1	0.301	0.149	15.940	3.345	12.60	0.00525	2399.77
P-2	Piedra 2	0.300	0.150	16.050	3.348	12.70	0.00530	2395.95
P-3	Piedra 3	0.301	0.150	16.100	3.350	12.75	0.00532	2397.02

b) **Concreto tipo 02:**

**Tabla N° 46.** Determinación del peso unitario del concreto fresco  
(concreto tipo 02)

N°	Código	Altura Recip. (m)	Diámetro del Recip. (m)	Peso Molde + Muestra (kg)	Peso Molde (kg)	Peso Muestra (kg)	Volumen de Molde (m³)	Peso Unitario (kg/m³)
G-1	Grava 1	0.301	0.149	15.965	3.345	12.62	0.00525	2404.53
G-2	Grava 2	0.300	0.150	16.105	3.348	12.76	0.00530	2406.33
G-3	Grava 3	0.301	0.150	16.150	3.350	12.80	0.00532	2406.42

c) **Concreto tipo 03:**

**Tabla N° 47.** Determinación peso unitario del concreto fresco  
(concreto tipo 03)

N°	Código	Altura Recip. (m)	Diámetro del Recip. (m)	Peso Molde + Muestra (kg)	Peso Molde (kg)	Peso Muestra (kg)	Volumen de Molde (m³)	Peso Unitario (kg/m³)
H-1	Hormigón 1	0.301	0.149	16.045	3.345	12.70	0.00525	2419.77
H-2	Hormigón 2	0.300	0.150	16.180	3.348	12.83	0.00530	2420.48
H-3	Hormigón 3	0.301	0.150	16.220	3.350	12.87	0.00532	2419.58

3. **Peso Unitario Endurecido.** El ensayo fue realizado en base a la relación del peso entre el volumen del concreto. De la cual se presenta los resultados obtenidos para los tres tipos de concretos. (Se presenta el ensayo completo en los Anexos).

a) **Concreto tipo 01:**

**Tabla N° 48.** Determinación peso unitario del concreto endurecido  
(concreto tipo 01)

N°	Código	Altura de la Muestra (m)	Diámetro de la Muestra (m)	Peso de la Muestra (gr)	Peso de la Muestra (kg)	Volumen de Molde (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )
P-1	Piedra 1	0.301	0.151	12365.00	12.365	0.00539	2293.95
P-2	Piedra 2	0.301	0.151	12080.00	12.080	0.00539	2241.08
P-3	Piedra 3	0.300	0.150	12350.00	12.350	0.00530	2329.56

b) **Concreto tipo 02:**

**Tabla N° 49.** Determinación peso unitario del concreto endurecido  
(concreto tipo 02)

N°	Código	Altura de la Muestra (m)	Diámetro de la Muestra (m)	Peso de la Muestra (gr)	Peso de la Muestra (kg)	Volumen de Molde (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )
G-1	Grava 1	0.301	0.152	12184.00	12.184	0.00543	2245.48
G-2	Grava 2	0.300	0.151	12217.00	12.217	0.00537	2274.05
G-3	Grava 3	0.300	0.150	12438.00	12.438	0.00530	2346.16

c) **Concreto tipo 03:**

**Tabla N° 50.** Determinación peso unitario del concreto endurecido  
(concreto tipo 03)

N°	Código	Altura de la Muestra (m)	Diámetro de la Muestra (m)	Peso de la Muestra (gr)	Peso de la Muestra (kg)	Volumen de Molde (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )
H-1	Hormigón 1	0.301	0.151	12136.00	12.136	0.00539	2251.47
H-2	Hormigón 2	0.301	0.150	12116.00	12.116	0.00532	2277.83
H-3	Hormigón 3	0.300	0.151	12393.00	12.393	0.00537	2306.81

**4. Resistencia a la Compresión.** El ensayo fue realizado en base a la NTP 339.034 Concreto, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. De la cual se presenta los resultados obtenidos para los tres tipos de concretos. (Se presenta el ensayo completo en los Anexos).

**a) Concreto Tipo 01:**

Tabla N° 51. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días (concreto tipo 01).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
P-1	Piedra 1	7	15.10	179.1	32572	181.89	5
P-2	Piedra 2	7	15.00	176.7	31981	180.98	5
P-3	Piedra 3	7	15.10	179.1	32265	180.17	5

**Tabla N° 52.** Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días (concreto tipo 01).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
P-1	Piedra 1	14	15.10	179.1	38958	217.55	5
P-2	Piedra 2	14	15.10	179.1	37742	210.75	6
P-3	Piedra 3	14	15.00	176.7	38125	215.75	5

**Tabla N° 53.** Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días (concreto tipo 01).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
P-1	Piedra 1	28	15.10	179.1	60979	340.51	3
P-2	Piedra 2	28	15.10	179.1	60968	340.45	6
P-3	Piedra 3	28	15.00	176.7	59625	337.42	3

**b) Concreto Tipo 02:**

**Tabla N° 54.** Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 07 días (concreto tipo 02).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
G-1	Grava 1	7	15.10	179.1	28517	159.24	6
G-2	Grava 2	7	15.00	176.7	28787	162.91	3
G-3	Grava 3	7	15.10	179.1	27995	156.33	3

**Tabla N° 55.** Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 07 días (concreto tipo 02).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
G-1	Grava 1	14	15.10	179.1	31791	177.52	3
G-2	Grava 2	14	15.10	179.1	30485	170.23	5
G-3	Grava 3	14	15.10	179.1	32165	179.61	5

**Tabla N° 56.** Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 07 días (concreto tipo 02).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
G-1	Grava 1	28	15.15	180.3	51068	283.29	5
G-2	Grava 2	28	15.10	179.1	50699	283.11	5
G-3	Grava 3	28	15.00	176.7	50698	286.9	5

**c) Concreto Tipo 03:**

**Tabla N° 57.** Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 07 días (concreto tipo 03).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
H-1	Hormigón 1	7	15.10	179.1	24421	136.37	6
H-2	Hormigón 2	7	15.00	176.7	24685	139.69	6
H-3	Hormigón 3	7	15.00	176.7	23752	134.41	5

**Tabla N° 58.** Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días (concreto tipo 03).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
H-1	Hormigón 1	14	15.10	179.1	27469	153.39	3
H-2	Hormigón 2	14	15.15	180.3	27195	150.86	5
H-3	Hormigón 3	14	15.10	179.1	28136	157.11	5

**Tabla N° 59.** Determinación de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días (concreto tipo 03).

N°	Código	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
H-1	Hormigón 1	28	15.10	179.1	42897	239.54	6
H-2	Hormigón 2	28	15.00	176.7	43005	243.36	5
H-3	Hormigón 3	28	15.10	179.1	43860	244.92	3

**5. Resistencia a la Flexión.** El ensayo en base a la NTP 339.078 Concreto. Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los 2/3 del tramo. De la cual se presenta los resultados obtenidos para los tres tipos de concretos. (Se presenta el ensayo completo en los Anexos).

**a) Concreto Tipo 01:**

**Tabla N° 60.** Determinación de la resistencia a la flexión del concreto (concreto tipo 01).

N°	Código	Edad (Días)	Ancho Prom. (cm)	Altura Prom. (cm)	Luz (cm)	Máxima Carga Aplicada (kg)	Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Long. de falla Prom. (cm)	Zona de Falla
P-1	Piedra 1	28	15.00	15.10	50	3128.5	45.74	22.50	Tercio Medio
P-2	Piedra 2	28	15.00	15.00	50	3358.5	49.76	26.75	Tercio Medio
P-3	Piedra 3	28	15.00	15.10	50	3165	46.27	24.75	Tercio Medio

**b) Concreto Tipo 02:**

**Tabla N° 61.** Determinación de la resistencia a la flexión del concreto (concreto tipo 02).

N°	Código	Edad (Días)	Ancho Prom. (cm)	Altura Prom. (cm)	Luz (cm)	Máxima Carga Aplicada (kg)	Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Long. de falla Prom. (cm)	Zona de Falla
G-1	Grava 1	28	15.00	15.00	50	2254.5	33.40	24.75	Tercio Medio
G-2	Grava 2	28	15.00	15.20	50	2303	33.23	24.13	Tercio Medio
G-3	Grava 3	28	15.00	15.00	50	2489	36.87	24.50	Tercio Medio

**c) Concreto Tipo 03:**

**Tabla N° 62.** Determinación de la resistencia a la flexión del concreto (concreto tipo 03).

N°	Código	Edad (Días)	Ancho Prom. (cm)	Altura Prom. (cm)	Luz (cm)	Máxima Carga Aplicada (kg)	Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Long. de falla Prom. (cm)	Zona de Falla
H-1	Hormigón1	28	15.00	15.00	50	1747	25.88	26.13	Tercio Medio
H-2	Hormigón2	28	15.00	15.10	50	1895.5	27.71	18.50	Tercio Medio
H-3	Hormigón3	28	15.00	15.10	50	1598	23.36	26.13	Tercio Medio

**6. Costo Del Concreto Por m<sup>3</sup>.** La determinación del costo de concreto se presenta en los Anexos).

**Tabla N° 63.** Costo del concreto por m<sup>3</sup> y tipo.

N°	Descripción	Costo Total de Concreto m <sup>3</sup>
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	S/. 333.68
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	S/. 303.01
3	Tipo 03 (hormigón)	S/. 298.83

### 4.2.3. Interpretación de resultados

La interpretación de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados en el presente estudio, constituye una parte esencial en la investigación, toda vez que, mediante el rigor científico observado durante el proceso de investigación, permitirá visualizar en qué medida aumenta o disminuye los valores de las propiedades del concreto con la presencia de cada tipo de agregado lo cual constituye precisamente el objetivo de la tesis.

#### 4.2.3.1. Agregado fino (arena gruesa)

Se utilizó el mismo agregado para los tres concretos evaluados (arena gruesa), fue caracterizado en el laboratorio por el tesista con el apoyo del jefe de laboratorio, considerando adecuado para los propósitos del estudio.

Se debe tener en cuenta que el hormigón es una combinación natural de piedra grava y arena gruesa y por ende cumple con las condiciones planteadas para la investigación.

- ✓ **Forma del Agregado.** Presenta una forma redondeada, influyendo en la trabajabilidad y adherencia.
- ✓ **Textura Superficial.** Estaría proporcionalmente relacionado a su dureza, tamaño de grano y porosidad de la roca de origen.
- ✓ **Peso Específico.** El Peso Específico del agregado Fino es de 2,594.42 kg/m<sup>3</sup>, (2.60), por lo que, según la clasificación de los agregados por su densidad, este se clasifica como un agregado normal (2.50, 2.75).
- ✓ **Peso Unitario Suelto (PUS).** El peso unitario suelto del agregado fino es de 1,672.76 kg/m<sup>3</sup>.

- ✓ **Peso Unitario Compacto (PUC).** El peso unitario compactado del agregado fino es de 1,815.46 kg/m<sup>3</sup>.
- ✓ **Porcentaje de Absorción.** El porcentaje de absorción del agregado fino es de 1.83 %.
- ✓ **Porcentaje de Material que Pasa el Tamiz No. 200.** La cantidad de material que pasa la malla N°200 es de 0.65 %, siendo este valor menor del límite permisible (> 5 %).
- ✓ **Granulometría.** La granulometría del agregado fino indica que contiene poca a nula cantidad de finos. El Módulo de finura del agregado fino es de 3.69, por lo cual no cumple con el intervalo aceptable: (2.30, 3.10), por lo que consideramos que es deficiente.
- ✓ **Contenido de Humedad.** El contenido de humedad del agregado fino evaluado es de 4.56 %.

#### **4.2.3.2. Agregado Grueso**

- ✓ **Forma del Agregado.** De acuerdo a su origen cada uno tiene una forma definida, siendo diferente entre los tres agregados evaluados en la investigación, redondeada (Piedra Grava y Hormigón) y angulosa (Piedra Triturada), esta característica influye en su comportamiento tanto en estado fresco y endurecido (trabajabilidad de la mezcla de concreto y su resistencia mecánica). A medida que la forma del agregado se alejaba de una forma redondeada, era menor la cantidad de partículas que se acomodaban dentro del volumen determinado de la mezcla, en consecuencia, estos espacios se iban llenando con pasta de cemento, lo cual evidencia un aumento en los costos del concreto como en el riesgo la aparición de fisuras.

✓ **Textura Superficial.** La textura superficial de los agregados (Piedra triturada, Piedra Grava y Hormigón), están proporcionalmente relacionado a su dureza, tamaño de grano y porosidad de la roca de origen, esto influyó más en el comportamiento es esfuerzos de flexión que en el de compresión, ya que, a mayor rugosidad, mayor superficie de contacto con la pasta de cemento y por ende mayor adherencia, el agregado denominado piedra triturada presenta mayor rugosidad en la superficie en comparación a los otros agregados.

✓ **Peso Específico.** De acuerdo con los resultados obtenidos, el hormigón tiene un valor mucho más alto (2,417.51 kg/m<sup>3</sup>) se clasifica como agregado normal, considerando que su composición presenta arena gruesa. La Piedra Triturada y la Piedra Grava, (2,246.29 kg/m<sup>3</sup> y 2,281.60 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente) pueden ser clasificados como agregados normales ya que no difieren por mucho en su peso específico, el cual no es muy elevado.

El peso específico depende de la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de los poros existentes, esta característica afecta la densidad del concreto, por ello, hay que considerar el uso que se le dará a este concreto. Considerando que todos los agregados indicados anteriormente tienen el mismo origen se verifica que el porcentaje de poros que presenta son semejantes.

✓ **Peso Unitario Suelto (PUS).** De acuerdo a los resultados obtenidos, la Piedra Tritura y la Piedra Grava tienen valores similares (1,296.15 kg/m<sup>3</sup> y 1,458.06 kg/m<sup>3</sup>), mientras que el Hormigón (1,878.74 kg/m<sup>3</sup>). Tal incidencia pudo haber dependido por el tamaño del material

granular, granulometría, forma y textura del agregado, indicando de manera general su calidad, esponjamiento, porcentaje de vacíos y su posibilidad para ser usado en futuras mezclas de concreto.

- ✓ **Peso Unitario Compacto (PUC).** De acuerdo a los resultados obtenidos, la Piedra Tritura y la Piedra Grava tienen valores similares ( $1,507.62 \text{ kg/m}^3$  y  $1,613.87 \text{ kg/m}^3$ ), mientras que el Hormigón ( $1,966.24 \text{ kg/m}^3$ ). Tal incidencia pudo haber dependido por el tamaño del agregado, granulometría, forma y textura del agregado, indicando de manera general su calidad, esponjamiento, grado de acomodo de las partículas, porcentaje de vacíos y posibilidad para ser usado en futuras mezclas de concreto.
- ✓ **Porcentaje de Absorción.** De acuerdo a los resultados obtenidos, el hormigón tiene el valor mayor (1.82 %), lo sigue la Piedra Triturada (1.54 %), y por último está la Piedra Grava (1.27 %). Se sabe que la porosidad está relacionada con la capacidad de absorción de agua u otro fluido debido a los poros existentes dentro de los agregados y se verá afectada también por el tamaño de los poros, la continuidad de los mismos (permeabilidad) y el volumen total de los agregados. Por ende, hay que considerar que el porcentaje de absorción puede influir en la relación a/c y trabajabilidad de la mezcla de concreto.
- ✓ **Porcentaje de Material que Pasa el Tamiz No. 200.** Según los resultados obtenidos, el Hormigón y la piedra Triturada tienen el valor mayor (0.17 %), superior al de la Piedra Grava (0.01%). Altos valores de material fino afectan el concreto incrementado la relación a/c, por ello, la cantidad de cemento por ello puede variar el comportamiento

del concreto en su estado fresco como endurecido.

- ✓ **Granulometría.** La granulometría determinó la cohesión y trabajabilidad en el estado fresco, ya que es imprescindible para dosificar las mezclas de concreto. Los resultados obtenidos muestran una granulometría adecuada de los tres agregados analizados y cumplen con los requisitos granulométricos para el agregado grueso. El Módulo de finura del agregado grueso es de 6.45 para la piedra triturada, 6.96 para la piedra Grava y 5.57 para el Hormigón.
- ✓ **Contenido de Humedad.** De acuerdo a los resultados obtenidos, el hormigón tiene el valor de (1.86 %), lo sigue la Piedra Triturada (1.86 %), y por último está la Piedra Grava (0.20%). Hay que considerar que el porcentaje de humedad puede influir en la relación a/c y trabajabilidad del concreto.
- ✓ **Tamaño Máximo del Agregado.** El tamaño máximo del agregado denominado piedra triturada es de ½” y el de la grava es de ¾”, y finalmente la del hormigón es de 1”.
- ✓ **Tamaño Máximo Nominal.** El tamaño máximo nominal del agregado denominado piedra triturada es de ½” y el de la grava es de ½”, y finalmente la del hormigón es de ¾”. Siendo el de ½” el usado para el diseño de mezcla, para determinar la cantidad de agua.

#### **4.2.3.3. Diseño y elaboración de mezcla**

Los concretos elaborados tuvieron la misma proporción en volumen seco, (Cantidad de aire 0.025 m<sup>3</sup> - Cantidad de cemento 0.125 m<sup>3</sup> - Cantidad del agregado grueso 0.345 m<sup>3</sup> - Cantidad del agregado fino 0.380 m<sup>3</sup> - Cantidad de agua 0.217 m<sup>3</sup>), y una misma relación agua cemento,

(0.56), su mezclado fue con mezcladora y en las mismas condiciones. El comportamiento del concreto se vio afectado por su propia naturaleza, edad, condiciones de humedad y temperatura en las que se llevó a cabo la mezcla. Como el objetivo era trabajar con mezclas plásticas (Slump 4”), se tuvo que determinar experimentalmente el agua de mezclado conveniente para el diseño patrón (Piedra Triturada), para lo cual se tuvo que reajustar el Asentamiento vs. Cantidad de Agua, obteniéndose de ese modo el agua conveniente y con ello la corrección del diseño de mezcla patrón.

**Tabla N° 64.** Dosificación volumétrica (01m<sup>3</sup>) de concreto patrón.

<b>Componente</b>	<b>Volumen</b>
Cantidad de aire m <sup>3</sup>	0.025 m <sup>3</sup>
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	0.125 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	0.345 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	0.380 m <sup>3</sup>

**Tabla N° 65.** Dosificación en peso para 01 m<sup>3</sup> de concreto – concreto tipo 01 (piedra triturada).

<b>Componente</b>	<b>Volumen</b>
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	790.11 kg
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	1,030.31 kg
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	185.80 kg
C : A : P / Agua: 1 : 2.65 : 2.03 / 0.48	

**Tabla N° 66.** Dosificación en peso para 01 m<sup>3</sup> de concreto – concreto tipo 02 (piedra grava).

<b>Componente</b>	<b>Volumen</b>
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	789.45 kg
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	1,030.31 kg
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	200.94 kg
C : A : P / Agua: 1 : 2.65 : 2.03 / 0.52	

**Tabla N° 67.** Dosificación en peso para 01m<sup>3</sup> de concreto – concreto tipo 03 (hormigón).

<b>Componente</b>	<b>Volumen</b>
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg
Cantidad de agregado Hormigón por m <sup>3</sup>	1,785.60 kg
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	216.58 kg
C : H / Agua:	1 : 4.59 / 0.56

#### **4.2.3.4. Propiedades del concreto evaluadas**

- ✓ **Consistencia.** Cuando se realizó las mezclas de prueba para definir los diseños de mezcla, se buscó tener un asentamiento cercano a 4", (Para El Concreto Patrón) y a partir de esa dosificación uniformizar los diseños para cada tipo de concreto elaborado.

Los resultados obtenidos estuvieron dentro del rango fijado para el estudio, Concreto Tipo 01, (Concreto Patrón/Piedra Triturada), 8.40 cm (3.31"), concreto Tipo 02 (Piedra Grava), 13.37 cm (5.26"), Concreto Tipo 03 (Hormigón), 17.73 cm (6.98"), por lo que se consideran que los valores son adecuados.

La diferencia existente referido al diseño patrón o Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) es de 4.97 cm, Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) y 9.33 cm concreto Tipo 03 (hormigón), respecto al concreto patrón (Piedra triturada), representa el 159.13 % (Piedra Grava), 211.11 % (Hormigón) y el 100% (Piedra Triturada) respectivamente. En todas las mezclas se utilizó la misma cantidad de agua, obteniéndose asentamientos variados para cada caso.

- ✓ **Peso Unitario Fresco.** De acuerdo a los resultados obtenidos, el Concreto Tipo 03, (Concreto Con Hormigón), tiene el valor más alto (2,419.94 kg/m<sup>3</sup>), seguido por el Concreto Tipo 02 (Concreto con

Piedra Grava), (2,405.76 kg/m<sup>3</sup>) y finalmente el valor más bajo lo tiene el concreto Tipo 01 (Concreto con Piedra Triturada), (2,397.58 kg/m<sup>3</sup>) con diferencias de (22.36 y 8.18 kg/m<sup>3</sup>) respectivamente. Este valor se vio influenciado por la granulometría y proporciones dentro de la mezcla.

Respecto al diseño patrón o Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) representan el 100.34%, Concreto Tipo 02 (Piedra Grava), 100.93 % Concreto Tipo 03 (Hormigón), respectivamente del peso unitario fresco patrón el cual representa el 100%.

Podemos observar que los valores son cercanos entre sí y que hay poca variación uno respecto al otro.

- ✓ **Peso Unitario Endurecido.** De acuerdo a los resultados obtenidos, el Concreto Tipo 02, (Concreto Con Piedra Grava), tiene el valor más alto (2,288.56 kg/m<sup>3</sup>), seguido por el Concreto Tipo 01 (Concreto con Piedra Triturada), (2,288.19 kg/m<sup>3</sup>) y finalmente el valor más bajo lo tiene el concreto Tipo 03 (Concreto con Hormigón), (2,278.70 kg/m<sup>3</sup>) con diferencias de (0.37 y 9.49 kg/m<sup>3</sup>) respectivamente. Este valor se vio influenciado por la granulometría, proporciones dentro de la mezcla y porcentaje de vacíos.

Referido a la muestra patrón o concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) representa el 100.02 % el concreto tipo 02(Piedra Grava) y 99.59 % el Concreto Tipo 03 (Hormigón), siendo el 100% (Piedra Triturada).

- ✓ **Peso Unitario Endurecido.** De acuerdo a los resultados obtenidos, el Concreto Tipo 02, (Concreto Con Piedra Grava), tiene el valor más alto (2,288.56 kg/m<sup>3</sup>), seguido por el Concreto Tipo 01 (Concreto con

Piedra Triturada), (2,288.19 kg/m<sup>3</sup>) y finalmente el valor más bajo lo tiene el concreto Tipo 03 (Concreto con Hormigón), (2,278.70 kg/m<sup>3</sup>) con diferencias de (0.37 y 9.49 kg/m<sup>3</sup>) respectivamente. Este valor se vio influenciado por la granulometría, proporciones dentro de la mezcla y porcentaje de vacíos.

Referido a la muestra patrón o concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) representa el 100.02 % el concreto tipo 02(Piedra Grava) y 99.59 % el Concreto Tipo 03 (Hormigón), siendo el 100% (Piedra Triturada).

- ✓ **Resistencia a la Compresión.** De acuerdo a los resultados obtenidos, a la edad temprana de 7 días los valores mayores los obtuvo el Concreto Tipo 01 (Concreto con Piedra Triturada), (181.01 kg/cm<sup>2</sup>), mientras que los concretos Tipo 02 (Concreto con Piedra Grava) (159.49 kg/cm<sup>2</sup>), y Concreto Tipo 03 (Concreto con Hormigón) (136.82 kg/cm<sup>2</sup>).

La diferencia respecto al patrón o Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) es de 21.52 kg/cm<sup>2</sup>, respecto al Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) y 44.19 kg/cm<sup>2</sup>, respecto a al concreto Tipo 03 (Hormigón).

Respecto al concreto patrón el concreto tipo 02 (Piedra Grava) representa el 88.11 %, y el concreto tipo 03 (hormigón) el 75.59 %, y el 100% el concreto tipo 01 (Piedra Triturada o patrón).

El Concreto Tipo 01 (Concreto con Piedra Triturada) tiene los resultados más altos a los 14 días, (214.68 kg/cm<sup>2</sup>) contra el Concreto Tipo 02 (Concreto con Piedra Grava) (175.79 kg/cm<sup>2</sup>) y el Concreto Tipo 03 (Concreto Con Hormigón), (153.79 kg/cm<sup>2</sup>).

La diferencia respecto al patrón o Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada)

es de 38.89 kg/cm<sup>2</sup>, respecto al Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) y 60.89 kg/cm<sup>2</sup>, respecto a al concreto Tipo 03 (Hormigón).

Respecto al concreto patrón el concreto tipo 02 (Piedra Grava) representa el 81.88 %, y el concreto tipo 03 (hormigón) el 71.64 %, y el 100% el concreto tipo 01 (Piedra Triturada o patrón).

El Concreto Tipo 01 (Concreto con Piedra Triturada), tiene los resultados más altos a los 28 días (339.46 kg/cm<sup>2</sup>), el Concretos Tipo 02 (Concreto con Piedra Grava), (284.43 kg/cm<sup>2</sup>) y el Concreto Tipo 03 (Concreto con Hormigón), (242.61 kg/cm<sup>2</sup>). La diferencia respecto al patrón o Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) es de 55.03 kg/cm<sup>2</sup>, respecto al Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) y 96.85 kg/cm<sup>2</sup>, respecto a al concreto Tipo 03 (Hormigón).

Respecto al concreto patrón el concreto tipo 02 (Piedra Grava) representa el 83.79 %, y el concreto tipo 03 (hormigón) el 71.47 %, y el 100% el concreto tipo 01 (Piedra Triturada o patrón).

Con respecto a la resistencia de diseño, 294 kg/cm<sup>2</sup>, la diferencia existente entre dicha resistencia y la del concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) a los 28 días es de 45.46 kg/cm<sup>2</sup>, respecto al concreto Tipo 02 (Piedra Grava) es de 9.57 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente respecto al concreto tipo 03 (Hormigón) es de 51.39 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa en porcentajes respecto a la resistencia de diseño un 115.46 % para el concreto Tipo 01 (Piedra triturada), 96.74% para el concreto Tipo 02 (Piedra Grava) y 82.52 para el concreto Tipo 03 (Hormigón).

Esto significa que existe un aporte por parte de cada agregado según su forma y tamaño, la resistencia a compresión del concreto dependerá de

las propiedades físicas en que difieren cada uno de los agregados.

- ✓ **Resistencia a la Flexión.** De acuerdo a los resultados obtenidos, a las edades de 28 días el Concreto Tipo 01 (Concreto con Piedra Triturada) tiene los valores más altos (47.25 kg/cm<sup>2</sup>), los otros concretos están parejos con una ligera ventaja del Concreto Tipo 02 (Concreto con Piedra Grava) (34.50 kg/cm<sup>2</sup>) contra el Concreto Tipo 03 (Concreto con Hormigón) (25.65 kg/cm<sup>2</sup>).

La diferencia respecto al patrón o Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) es de 12.75 kg/cm<sup>2</sup>, respecto al Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) y 21.60 kg/cm<sup>2</sup>, respecto a al concreto Tipo 03 (Hormigón).

Respecto al concreto patrón el concreto tipo 02 (Piedra Grava) representa el 73.02 %, y el concreto tipo 03 (hormigón) el 54.29 %, y el 100% el concreto tipo 01 (Piedra Triturada o patrón).

Se pudo verificar que la forma, textura y composición de cada tipo de agregado utilizado influye en los resultados, haciendo que la resistencia a flexión varíe, uno respecto a otro.

#### **4.2.3.5. Costo del concreto**

De acuerdo a los resultados obtenidos, a las edades de 28 días el Concreto Tipo 01 (Concreto con Piedra Triturada) tiene el costo más alto (333.68 S/.), los otros concretos están parejos con una ligera ventaja del Concreto Tipo 02 (Concreto con Piedra Grava) (303.01 S/.) contra el Concreto Tipo 03 (Concreto con Hormigón) (298.83 S/.).

Existiendo una diferencia con respecto al concreto Tipo 01 de 30.68 S/. con el Tipo 02 y 34.85 S/. respecto al concreto Tipo 03.

En porcentajes el concreto Tipo 02 representa el 90.81 % y el tipo 03 el 89.55% respecto al patrón o concreto Tipo 01 que representa el 100%.

Se observa que el concreto Tipo 01 es más costoso, pero presenta mayores resistencias en comparación a los otros tipos que son más económicos, pero presentan menor resistencia.

### **4.3. Prueba de hipótesis**

#### **4.3.1. Hipótesis general**

Según la evaluación de los resultados la hipótesis genérica no ha llegado a cumplirse ya que; el concreto elaborado con piedra triturada alcanzara mayores y menores valores en las propiedades físicas – mecánicas, que los concretos elaborados con grava y hormigón.

#### **4.3.2. Hipótesis específicas**

- a) Según la evaluación de los resultados la hipótesis no ha llegado a cumplirse ya que concreto elaborado con piedra triturada, alcanza el menor valor en la consistencia que los concretos elaborados con grava y hormigón.
- b) Según la evaluación de los resultados la hipótesis no ha llegado a cumplirse ya que concreto elaborado con piedra triturada alcanza el menor valor de peso unitario Fresco y valor intermedio en el peso unitario endurecido, que los concretos elaborados con grava y hormigón.
- c) Según la evaluación de los resultados la hipótesis ha llegado a cumplirse ya que el concreto elaborado con piedra triturada, alcanza mayor valor en la resistencia a la compresión, que los concretos elaborados con grava y hormigón.

- d) Según la evaluación de los resultados la hipótesis ha llegado a cumplirse ya que el concreto elaborado con piedra triturada, alcanza el mayor valor en la resistencia a la flexión que los concretos elaborados con grava y hormigón.

#### **4.4. Discusión de resultados**

##### **4.4.1. Cemento**

El cemento utilizado es el Tipo 01 Portland marca Andino Tipo I, el cual fue un material constante en la fabricación de cada uno de los tipos de Concretos.

El cemento cumple con las especificaciones de normas aplicables en el presente estudio, por ende, se consideró adecuado para el presente estudio, se garantiza que el cemento es una variable constante, (Constante en cantidad y calidad), en todo los concretos y no influenciara en los resultados finales de cada tipo de concreto.

##### **4.4.2. Agua**

El agua utilizada fue proporcionada por el laboratorio el cual garantiza la calidad del mismo, en el proceso de fabricación de cada uno de los concretos se utilizó la misma calidad de agua, así como la misma cantidad, (Correspondientes a la suma del agua aportada por el agregado y el agua añadida a la mezcla), por ende, la variación de resultados en la resistencia no será por los efectos del agua total incluida en la mezcla.

##### **4.4.3. Agregado fino (arena gruesa)**

Se utilizó el mismo agregado fino para los tres concretos evaluados, en los concretos tipos 01 y 02 se adicionaron en el proceso de mezclado, mientras que en el concreto tipo 03, al ser mezcla con hormigón esta se encuentra naturalmente incluida en el material.

El agregado fino según la evaluación realizada es adecuado para la fabricación de concreto, pero con limitaciones.

Podemos indicar que las características físicas de la arena gruesa no influyen en la variación de los resultados ya que son constantes en cada tipo de concreto elaborado.

Respecto a la cantidad adicionada a cada Tipo de concreto indicamos que para los concretos tipos 01 y 02 corresponde la misma cantidad de agregado (0.38 m<sup>3</sup> por metro cubico), mientras que para el Tipo 03 al ser una combinación natural (Hormigón), la cantidad es variada (0.30 m<sup>3</sup> por metro cubico).

#### **4.4.4. Agregado grueso**

- ✓ **Forma Del Agregado.** Dentro de la investigación se presentan 02 formas de agregados la redondeada, correspondiente a piedra Grava y Hormigón, y la de forma angular correspondiente a la piedra triturada.

Esta característica influyo en su comportamiento en estado fresco ya que los agregados que se acercan a una forma redondeada proporcionan mayor fluidez y trabajabilidad a la mezcla de concreto respecto a los angulares que dan menor grado de trabajabilidad y fluidez.

Además, la forma del agregado afecta directamente la resistencia ya que el agregado angular presenta mayor adherencia con la pasta en comparación con los agregados con formas redondeadas.

Podemos asegurar que la variación de resultados está influenciada en esta característica del agregado.

- ✓ **Textura Superficial.** La textura superficial de los agregados (Piedra triturada, Piedra Grava y Hormigón), en general estaría proporcionalmente relacionado a su dureza, tamaño de grano y porosidad de la roca de origen, se verifico que

vario más en el comportamiento a flexión que en el de compresión, debido a que mayor rugosidad, mayor superficie de contacto con la pasta de cemento y por consecuencia directa mayor adherencia, el agregado denominado piedra triturada presenta mayor rugosidad en la superficie en comparación a los otros agregados.

- ✓ **Peso Específico.** Los pesos específicos de la piedra triturada (2,246.29 kg/m<sup>3</sup>), Piedra grava (2,281.60 kg/m<sup>3</sup>) y Hormigón (2,417.51 kg/m<sup>3</sup>), presentan valores similares y normales con tendencia a ser ligeros, lo cual denota la existencia de poros dentro de las partículas, al ser del mismo origen geológico y tener valores similares de pesos específicos el efecto de estos repercutirá en el peso unitario del concreto y costo del concreto teniendo menor influencia en la resistencia.
- ✓ **Peso Unitario Suelto (PUS).** Los pesos unitarios sueltos de la piedra triturada (1,296.15 kg/m<sup>3</sup>), Piedra grava (1,458.06 kg/m<sup>3</sup>) y Hormigón (1,878.74 kg/m<sup>3</sup>), presentan relativa diferencia, esto es debido al tamaño de las partículas, forma y textura de cada uno. Lo que repercutirá en la cantidad de material que ingresará en la mezcla considerando que a mayor peso unitario suelto será necesario menos pasta de concreto para rellenar los espacios vacíos entre agregados en la mezcla y por ende concretos más económicos.
- ✓ **Peso Unitario Compacto (PUC).** Los pesos unitarios compactos de la piedra triturada (1,507.62kg/m<sup>3</sup>), Piedra grava (1,613.87 kg/m<sup>3</sup>) y Hormigón (1,966.24 kg/m<sup>3</sup>), presentan relativa diferencia, esto es debido al tamaño de las partículas, forma y textura de cada uno. Lo que repercutirá en la cantidad de material que ingresará en la mezcla considerando que a mayor peso unitario

compacto será necesario menos pasta de concreto para rellenar los espacios vacíos en la mezcla y por ende concretos más económicos.

- ✓ **Porcentaje de Absorción.** Los porcentajes de absorción para cada agregado grueso son; hormigón (1.82 %), Piedra Triturada (1.54 %), y Piedra Grava (1.27 %).

Se sabe que la porosidad está relacionada con la capacidad de absorción de agua u otro líquido dentro de los agregados y se verá afectada por el tamaño de los poros existentes, la continuidad (permeabilidad) y el volumen total de los agregados. Por ende, hay que considerar que el porcentaje de absorción puede influir en la relación a/c de trabajo y por ende en la consistencia y trabajabilidad.

Esta característica afectara la resistencia, así como la consistencia ya que agregados más absorbentes serán indicadores de mayor porcentaje de poros y por ende menor resistencia y menor trabajabilidad y mayor consumo de pasta.

- ✓ **Porcentaje de Material que Pasa el Tamiz No. 200.** De acuerdo a los resultados obtenidos, el Hormigón y la piedra Triturada tiene el valor mayor (0.17 %), superior al de la Piedra Grava (0.01%). Al tener valores bajos de material que pasa el tamiz N° 200, es poco o nulo el efecto de esta característica en los resultados finales.
- ✓ **Granulometría.** La granulometría para los tres agregados es limitada según lo indicado en las normas al respecto.

El efecto que ocasiona cada uno de los agregados en los concretos está relacionado con la consistencia y trabajabilidad en estado fresco.

El Módulo de finura del agregado grueso es de 6.45 para la piedra triturada, 6.96 para la piedra Grava y 5.57 para el Hormigón, considerando esto debemos

indicar que un módulo de fineza menor indica un agregado con gran variedad de partículas y una mezcla más compacta y con gran variedad de tamaños y por ende una mejor consistencia y trabajabilidad.

- ✓ **Contenido de Humedad.** El hormigón tiene el valor de (1.86 %), la Piedra Triturada (1.86 %), y la Piedra Grava (0.20%), el contenido de humedad está directamente relacionado con la cantidad de agua que tendrá la mezcla, el cual influye en la relación agua/cemento.

Al haber realizado la corrección por humedad en cada uno de los diseños de mezcla esta característica no afectara a los resultados finales.

- ✓ **Tamaño Máximo del Agregado.** Tenemos para la piedra triturada  $\frac{1}{2}$ ", la piedra grava  $\frac{3}{4}$ ", y el hormigón 1", el tamaño máximo influencia en el tipo de obra que se quiere realizar con el concreto, así como también al volumen que ocupará dentro del concreto a mayor tamaño máximo se usará menor volumen de pasta de concreto y por ello será más económico el concreto.

- ✓ **Tamaño Máximo Nominal.** Para la piedra triturada es de  $\frac{1}{2}$ ", piedra grava es de  $\frac{1}{2}$ ", y finalmente la del hormigón es de  $\frac{3}{4}$ ".

Tiene relación con el volumen ocupado por el agregado dentro de la mezcla, el costo del concreto, el asentamiento y el contenido de aire en el concreto, a mayor tamaño máximo nominal menor consistencia y trabajabilidad, a mayor tamaño máximo nominal menor contenido de aire.

#### 4.4.5. Diseño de mezcla y elaboración

El método de diseño elegido fue el Método Del Comité 211 Del ACI, se consideró una única relación a/c de 0.56 y una única dosificación volumétrica (Cantidad de aire  $0.025 \text{ m}^3$  - Cantidad de cemento  $0.125 \text{ m}^3$  - Cantidad del agregado grueso  $0.345 \text{ m}^3$  - Cantidad del agregado fino  $0.380 \text{ m}^3$  - Cantidad de agua  $0.217$

m<sup>3</sup>), según los resultados obtenidos el diseño en cuanto a resistencia es más próximo al concreto Tipo 02 (Piedra Grava), a diferencia de los otros tipos.

La elaboración de las mezclas de concreto fue la misma para cada tipo de concreto y con los mismos personales.

#### **4.4.6. Propiedades del concreto evaluadas**

- ✓ **Consistencia.** Se observa que el mayor asentamiento corresponde al concreto Tipo 03 (Hormigón), con 17.73 cm o 6.98”, seguido por el concreto Tipo 02 (Piedra Grava) con 13.37 cm o 5.26” y con menor asentamiento el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) con 8.40 cm o 3.31 “, la diferencia de resultados radica en la forma del agregado utilizado así como la cantidad de agregado grueso presente en la mezcla de concreto, al ser la piedra triturada de forma angulosa no permite el deslizamiento de estas partículas tan libres como si lo hacen los agregados tipo grava, se tiene asentamientos altos en el concreto tipo 03 (hormigón) debido a la mayor cantidad de agregado grueso y mayor dimensión presente en comparación al concreto tipo 02 (Piedra Grava).
- ✓ **Peso Unitario Fresco.** El Concreto Tipo 03, (Hormigón), tiene el valor más alto (2,419.94 kg/m<sup>3</sup>), seguido por el Concreto Tipo 02 (Piedra Grava), (2,405.76 kg/m<sup>3</sup>) y finalmente el valor más bajo lo tiene el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada), (2,397.58 kg/m<sup>3</sup>).

La diferencia de resultados es originada por los pesos específicos de cada agregado, así como los tamaños máximos y máximos nominales presentes en cada mezcla.

Al tener materiales del mismo origen geológico y similares características es evidente la poca variabilidad de resultados entre muestras.

- ✓ **Peso Unitario Endurecido.** El Concreto Tipo 02, (Piedra Grava), tiene el valor más alto (2,288.56 kg/m<sup>3</sup>), seguido por el Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada), (2,288.19 kg/m<sup>3</sup>) y finalmente el valor más bajo lo tiene el concreto Tipo 03 (Hormigón), (2,278.70 kg/m<sup>3</sup>).

Se evidencia que los resultados son cercanos y que la poca diferencia existente radicada en los porcentajes de vacíos existentes, pesos específicos de cada agregado, tamaño máximo del agregado y máximo nominal.

Al ser los agregados gruesos de similares características se verifica la poca diferencia de resultados.

- ✓ **Resistencia a la Compresión.** A la edad temprana de 7 días los valores mayores los obtuvo el Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada), 181.01 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los concretos Tipo 02 (Piedra Grava) 159.49 kg/cm<sup>2</sup>, y Concreto Tipo 03 (Hormigón), 136.82 kg/cm<sup>2</sup>.

A los 14 días, el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) presenta un valor de 214.68 kg/cm<sup>2</sup>, el Concreto Tipo 02 (Piedra Grava), 175.79 kg/cm<sup>2</sup> y el Concreto Tipo 03 (Hormigón), 153.79 kg/cm<sup>2</sup>.

A los 28 días el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) presenta un valor de 339.46 kg/cm<sup>2</sup>, el Concretos Tipo 02 (Piedra Grava), 284.43 kg/cm<sup>2</sup> y el Concreto Tipo 03 (Hormigón), 242.61 kg/cm<sup>2</sup>.

Se puede observar que tanto a los 7, 14 y 28 días, se mantiene la misma relación de ventaja de un concreto sobre el otro, dicha diferencia evidentemente está relacionada con la forma y tamaño del agregado grueso usado (Piedra triturada, Piedra Grava y Hormigón, angulosa la primera y redondeada las ultimas), así como la proporción de agregado grueso y fino en la mezcla (caso correspondiente al hormigón).

- ✓ **Resistencia a la Flexión.** A la edad de 28 días el Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) tiene los valores más altos con 47.25 kg/cm<sup>2</sup>, el Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) con 34.50 kg/cm<sup>2</sup>, y el Concreto Tipo 03 (Concreto con Hormigón) con 25.65 kg/cm<sup>2</sup>.

Dicha diferencia evidentemente está relacionada con la forma y tamaño del agregado grueso usado (Piedra triturada, Piedra Grava y Hormigón, angulosa la primera y redondeada las ultimas), así como la proporción de agregado grueso y fino en la mezcla (caso correspondiente al hormigón).

Un parámetro importante el uso de la ingeniería es la relación existente entre la resistencia a compresión del concreto con la resistencia a flexión a 28 días, para la presente investigación consideramos 02 factores correspondientes a fórmulas diferentes, la primera la constante “K” usada para el cálculo del módulo de rotura,  $M_r = k (f'_{c1}/2)$ , y la segunda simplemente la relación en porcentaje del módulo de rotura con la resistencia a compresión los 28 días.

Para el valor de la constante “k”, se obtuvieron los siguientes resultados; para el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada),  $k=2.56$ , para el concreto Tipo 02 (Piedra Grava)  $k=2.05$  y finalmente para el concreto Tipo 03 (Hormigón)  $k=1.65$ .

Para la relación en porcentaje se obtuvieron los siguientes resultados; para el concreto Tipo 01 (Piedra Triturada), 13.92 %, para el concreto Tipo 02 (Piedra Grava) 12.13% y finalmente para el concreto Tipo 03 (Hormigón) 10.57%.

Como se observa estos valores son muy diferentes en ambos casos, según el tipo de agregado, lo cual implica la importancia de estos resultados para cada tipo de agregado.

#### **4.4.7. Costo del Concreto**

A la edad de 28 días el Concreto Tipo 01 (Piedra Triturada) tiene el costo más alto con S/. 333.68, el Concreto Tipo 02 (Piedra Grava) con S/. 303.01 y finalmente el Concreto Tipo 03 (Hormigón) con S/. 298.83.

Se observa que la variación de costos se debe al diferente tipo de agregado grueso usado, así como a la proporción del agregado grueso y fino en la mezcla (caso correspondiente al hormigón).

## CONCLUSIONES

1. Se elaboró el diseño de mezcla por el método ACI 211, del concreto patrón para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual corresponde a una resistencia requerida de 294 kg/cm<sup>2</sup>.
2. El diseño patrón indico una dosificación en volumen de; aire 0.025 m<sup>3</sup> - cemento 0.125 m<sup>3</sup> - agregado grueso 0.345 m<sup>3</sup> - agregado fino 0.380 m<sup>3</sup> - agua 0.217 m<sup>3</sup>.
3. El diseño tuvo más acercamiento en los resultados para el concreto Tipo 02 (Elaborado con Piedra Grava), en comparación a los otros tipos de concreto.
4. Se elaboraron un total de 63 muestras ensayadas de las cuales 09 fueron especímenes para consistencia, 18 especímenes para peso unitario, 27 especímenes fueron probetas para resistencia a la compresión y 09 especímenes fueron vigas.
5. Se empleó el uso del aditivo curador de concreto Chema aplicado a todas las probetas y vigas del proyecto de investigación.
6. Se usó como base de comparación al concreto Tipo 01 (Elaborado con Piedra Triturada), fue considerado para el estudio como el concreto patrón.
7. El uso de agregado con forma redondeada, (Grava y Hormigón), aumenta la trabajabilidad (slump) de la mezcla considerablemente, en el caso del agregado con forma angular, (Piedra Triturada), reduce la trabajabilidad (slump).

Los resultados obtenidos respecto a esta propiedad son; Concreto con piedra triturada (8.40 cm), concreto con piedra Grava (13.37 cm) y concreto con hormigón (17.73 cm).

Podemos considerar que el concreto elaborado con piedra grava presenta un asentamiento (slump) mayor en un 59.13 % que el concreto elaborado con piedra triturada, el concreto elaborado con hormigón presenta un 111.11% más que el

elaborado con piedra triturada, el concreto elaborado con hormigón presenta un 32.61% más que el elaborado con piedra grava.

8. El peso unitario del concreto fresco presenta valores cercanos para cada uno de los tipos de concreto, en comparación con el concreto elaborado con piedra triturada, el concreto elaborado con piedra grava presenta solo un 0.34 % más, y el concreto elaborado con hormigón un 0.93 % más, el concreto elaborado con hormigón presenta un 0.59 % más que el elaborado con piedra grava.

Los resultados obtenidos respecto a esta propiedad son; Concreto con piedra triturada (2,397.58 kg/m<sup>3</sup>), concreto con piedra Grava (2,405.76 kg/m<sup>3</sup>) y concreto con hormigón (2,419.94 kg/m<sup>3</sup>).

9. El peso unitario del concreto endurecido presenta valores cercanos para cada uno de los tipos de concreto, en comparación con el concreto elaborado con piedra triturada, el concreto elaborado con piedra grava presenta solo un 0.02 % más, y el concreto elaborado con hormigón un 0.41 % menos, el concreto elaborado con hormigón presenta un 0.43 % menos que el elaborado con piedra grava.

Los resultados obtenidos respecto a esta propiedad son; Concreto con piedra triturada (2,288.19 kg/m<sup>3</sup>), concreto con piedra Grava (2,288.56 kg/m<sup>3</sup>) y concreto con hormigón (2,278.70 kg/m<sup>3</sup>).

10. La resistencia a la compresión de los concretos evaluados varió en función únicamente del agregado grueso.
11. Los resultados obtenidos respecto a esta propiedad a los 07 días son; Concreto con piedra triturada (181.01 kg/cm<sup>2</sup>), concreto con piedra Grava (159.49 kg/cm<sup>2</sup>) y concreto con hormigón (136.82 kg/cm<sup>2</sup>).

Los resultados obtenidos respecto a esta propiedad a los 14 días son; Concreto con piedra triturada (214.68 kg/cm<sup>2</sup>), concreto con piedra Grava (175.79 kg/cm<sup>2</sup>) y concreto con hormigón (153.79 kg/cm<sup>2</sup>).

Los resultados obtenidos respecto a esta propiedad a los 28 días son; Concreto con piedra triturada (339.46 kg/cm<sup>2</sup>), concreto con piedra Grava (284.43 kg/cm<sup>2</sup>) y concreto con hormigón (242.61 kg/cm<sup>2</sup>).

Se demuestra la ventaja en cada edad del concreto elaborado con piedra triturada sobre el elaborado con piedra grava y hormigón, así como la ventaja del elaborado con piedra grava sobre el elaborado con hormigón.

En comparación con el concreto elaborado con piedra triturada, el concreto elaborado con piedra grava presenta un 16.21 % menos de resistencia, y el concreto elaborado con hormigón un 28.53 % menos de resistencia, en comparación con el concreto elaborado con piedra grava el elaborado con hormigón presenta un 14.70% menos, todo esto a los 28 días de rotura.

12. En todos los casos los concretos evaluados superaron la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

La forma de los agregados, triturado y grava influyen en el desarrollo de la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días de edad, el concreto elaborado con piedra triturada tiene los valores más altos de resistencia a compresión.

13. La resistencia a la flexión o módulo de rotura de los concretos evaluados varió en función únicamente del agregado grueso.

Los resultados obtenidos respecto a esta propiedad a los 28 días son; Concreto con piedra triturada (47.25 kg/cm<sup>2</sup>), concreto con piedra Grava (34.50 kg/cm<sup>2</sup>) y concreto con hormigón (25.65 kg/cm<sup>2</sup>).

En comparación con el concreto elaborado con piedra triturada, el concreto elaborado con piedra grava presenta un 26.98 % menos de resistencia, y el concreto elaborado con hormigón un 45.71 % menos de resistencia, en comparación con el concreto elaborado con piedra grava el elaborado con hormigón presenta un 25.65 % menos, todo esto a los 28 días de rotura.

La forma de los agregados, triturados y grava influyen en el desarrollo de la resistencia a flexión, el concreto con piedra triturada tiene los valores más altos de resistencia a flexión.

14. Por lo general para el cálculo del módulo de rotura del concreto se hace uso de la siguiente expresión;  $M_r = k (f'_{c1}/2)$ , por lo cual los valores del factor “K”, obtenidos en la presente investigación para cada tipo de agregado son; Concreto con piedra Triturada (2.56), Concreto con Piedra Grava (2.05) y Concreto con hormigón (1.65).
15. Otra forma de cálculo del módulo de rotura del concreto se hace en función al porcentaje de resistencia a la compresión por lo cual los valores en porcentaje obtenidos en la presente investigación para cada tipo de agregado son; Concreto con piedra Triturada (13.92%), Concreto con Piedra Grava (12.13%) y Concreto con hormigón (10.57%).
16. La variación de costos únicamente es debida al tipo de agregado grueso usado, de la investigación tenemos los siguientes resultados; concreto con piedra triturada (S/. 333.68), concreto con piedra Grava (S/. 303.01) y concreto con hormigón (S/. 298.83).

En comparación con el concreto elaborado con piedra triturada, el concreto elaborado con piedra grava presenta un 9.19 % menos, y el concreto elaborado con

hormigón un 10.45 % menos, el concreto elaborado con hormigón presenta un 1.25 % menos que el elaborado con piedra grava.

17. Las propiedades físicas y mecánicas evaluadas del concreto dependen de las características del agregado y de la ligazón entre ellos (función de la forma y rugosidad del agregado), lo cual tiene implicancia en el costo del concreto.

## **RECOMENDACIONES**

1. Establecer la forma de los agregados valorando su índice de esfericidad y factor de redondez, esto para poder incluir dichos parámetros en el diseño de mezclas que contemple estos factores, para así tener resultados más cercanos con los diseños.
2. Aproximar el método de curado a lo realizado en campo, para garantizar resultados representativos.
3. Hacer uso de concreto elaborado con agregado redondeado, (Piedra grava u Hormigón), cuando se necesite tener más trabajabilidad (slump) en la mezcla.
4. Controlar los pesos unitarios en seco para cuantificar adecuadamente la cantidad de material necesaria, esto en cuestiones prácticas.
5. Procurar considerar en los procesos de diseño de estructurales de concreto hacer uso de los pesos unitarios secos reales para dar mayor eficiencia a los diseños.
6. Tener en cuenta la variabilidad de agregados existentes en el medio para la fabricación de concreto, considerando que basados en la resistencia a la compresión o flexión pueden alcanzar y superar los requerimientos para determinados proyectos.
7. Hacer uso de valores más acertados, cuando se realice el cálculo del módulo de rotura en función a la resistencia a compresión del concreto a los 28 días basados según el tipo de agregado.
8. Se sugiere el uso del hormigón para la fabricación del concreto de determinadas características por su bajo costo.
9. Limitar el uso del hormigón a mezclas de concreto a ciertas aplicaciones, en los que su tamaño máximo no sea un factor determinante.
10. No limitar el uso del hormigón en la elaboración de concretos con resistencia en compresión igual  $100 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días.

11. Tener en consideración el costo y beneficio al momento de elegir un tipo de agregado para la fabricación del concreto, buscando un concreto más eficiente desde el punto de vista económico, funcional y duradero.
12. Realizar estudios de investigación para evaluar el aspecto de la durabilidad del concreto, para los tres tipos de agregados evaluados en esta tesis.
13. Realizar estudios de investigación en los que se utilice el hormigón como agregado para tener mayor conocimiento acerca de este material y propiedades del concreto que genera.
14. Dar a conocer los resultados obtenidos en esta investigación dentro de los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Curso Básico De Tecnología Del Concreto Para Ingenieros Civiles – Ing. Ana Torre Carrillo – Mayo Del 2004 – UNI.
2. Reglamento Nacional De Edificaciones – Norma E060 Concreto Armado – Lima - julio del 2009 – Publicación Oficial.
3. Tecnología De Los Materiales – Ing. Javier A. Navarro Veliz – Ing. Jorge S. López Yaranga – 1era Edición – Enero del 2016.
4. Tomo 02 - Diseño De Mezcla – Ing. Enrique Rivva López – 1era Edición - diciembre Del 2010 – ICG.
5. Tecnología del Concreto - Abanto Castillo Flavio - Lima Perú - Editorial San Marcos.
6. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú - Pasquel Carbajal Enrique - Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional. 1998.

# **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>Matriz De Consistencia</b>				
<b>Determinación Y Diferenciación De Los Valores De Las Propiedades Físicas - Mecánicas Del Concreto, Elaboradas Con Piedra Triturada, Grava y Hormigón En La Ciudad De Pasco - 2021”.</b>				
	<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>
<b>General</b>	¿Cómo difieren los valores de las propiedades físicas - mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón?	Determinar y diferenciar los valores de las propiedades físicas - mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón.	El concreto elaborado con piedra triturada, alcanzara mayores valores en las propiedades físicas - mecánicas que los concretos elaborados con grava y hormigón.	Variable independiente – Piedra triturada  – Grava  – Hormigón
<b>Específico</b>	1. ¿Cómo difieren los valores de la consistencia del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón?	1. Determinar y diferenciar los valores de la consistencia del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.	1. El concreto elaborado con piedra triturada alcanzara mayores valores en la consistencia que los concretos elaborados con grava y hormigón.	
	2. ¿Cómo difieren los valores del peso unitario del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón?	2. Determinar y diferenciar los valores del peso unitario del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.	2. El concreto elaborado con piedra triturada alcanzara mayores valores de peso unitario que los concretos elaborados con grava y hormigón.	
	3. ¿Cómo difieren los valores de resistencia a la compresión del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón?	3. Determinar y diferenciar los valores de resistencia a la compresión del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.	3. El concreto elaborado con piedra triturada alcanzara mayores valores en resistencia a la compresión que los concretos elaborados con grava y hormigón	
	4. ¿Cómo difieren los valores de la resistencia a la flexión del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón?	4. Determinar y diferenciar los valores de la resistencia a la flexión del concreto elaborado con piedra triturada, grava y hormigón.	4. El concreto elaborado con piedra triturada alcanzara mayores valores a la resistencia a la flexión que los concretos elaborados con grava y hormigón.	
				Variable dependiente – Valores de las Propiedades físicas  – Valores de las Propiedades mecánicas

## **DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS**

En este anexo se presentan los cálculos realizados para la determinación de las propiedades físicas de los agregados que involucra el estudio, los cuales consisten en:

A2.1 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO DEL AGREGADO FINO - ARENA GRUESA.

A2.2 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO DEL AGREGADO GRUESO – PIEDRA TRITURADA DE ½”.

A2.3 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO DEL AGREGADO GRUESO – PIEDRA GRAVA DE ½”.

A2.4 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO DEL AGREGADO GLOBAL – HORMIGÓN.

A2.5 - PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS) DEL AGREGADO FINO - ARENA GRUESA.

A2.6 - PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA ½”.

A2.7 - PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA ½”.

A2.8 - PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS) DEL AGREGADO GLOBAL – HORMIGÓN.

A2.9 - PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC) DEL AGREGADO FINO - ARENA GRUESA.

A2.10 - PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA ½”.

A2.11 - PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA ½”.

A2.12 - PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC) DEL AGREGADO GLOBAL – HORMIGÓN

A2.13 - PESO ESPECÍFICO (Pem) DEL AGREGADO FINO - ARENA GRUESA

A2.14 - PESO ESPECÍFICO (Pem) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA ½”.

A2.15 - PESO ESPECÍFICO (Pem) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA ½”.

A2.16 - PESO ESPECÍFICO (Pem) DEL AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN.

A2.17 - ABSORCIÓN (Abs) DEL AGREGADO FINO - ARENA GRUESA

A2.18 - ABSORCIÓN (Abs) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA ½”.

A2.19 - ABSORCIÓN (Abs) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA ½”.

A2.20 - ABSORCIÓN (Abs) DEL AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN ½”.

A2.21 - CONTENIDO DE HUMEDAD (% W) DEL AGREGADO FINO - ARENA GRUESA.

A2.22 - CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA ½”.

A2.23 - CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA ½”.

A2.24 - CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) DEL AGREGADO GLOBAL - HORMIGÓN ½”.

**A2.1 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MECÁNICO  
(AGREGADO FINO - ARENA GRUESA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Arena Gruesa
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

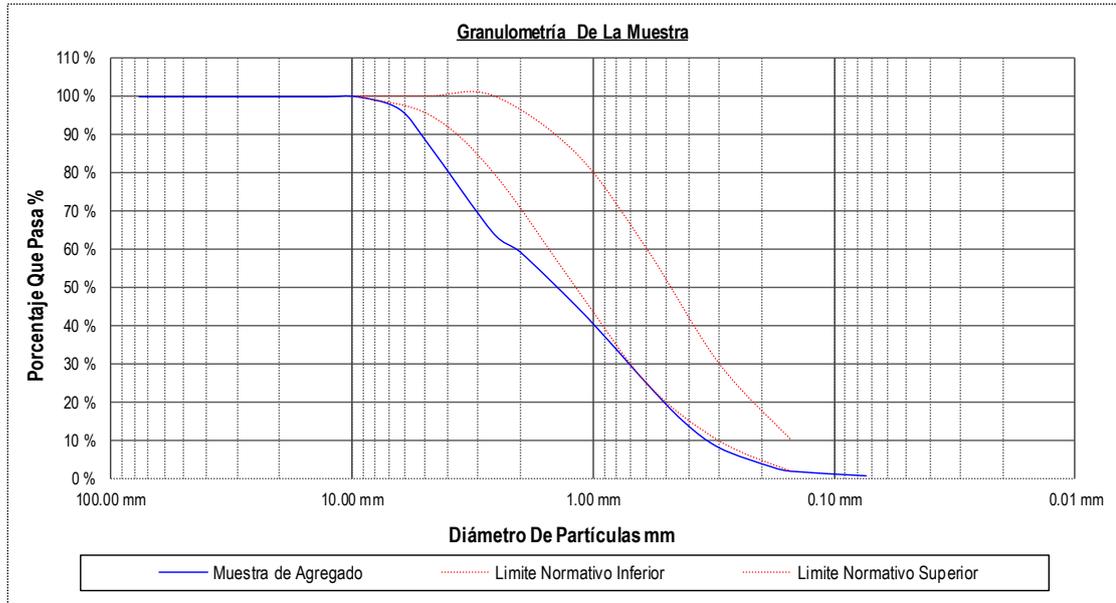
**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Método de Lavado de Muestra (SI/NO):	NO	Referencia Del Ensayo: NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	TAMAÑO DE MUESTRA DE AGREGADO NTP 400.012		
Peso de la Muestra Seca + Recipiente:	1,186.00 gr		Diámetro Nominal De La Partícula Mayor	Peso Mínimo aproximado (gr)	
Peso de la muestra seca lavada + Recipiente:	1,186.00 gr	La corrección (1), es debida a la muestra perdida en el proceso de tamizado.	Agregado Fino (<3/8")	300 gr	
Peso del recipiente:	420.00 gr		Agregado Grueso 3/8"	1,000 gr	
Peso de la Muestra Seca Sin Lavar:	766.00 gr		Agregado Grueso 1/2"	2,000 gr	
Peso de la Muestra Seca Lavada:	766.00 gr		Agregado Grueso 3/4"	5,000 gr	
Perdida Por Lavado:	0.00 gr		Agregado Grueso 1"	10,000 gr	
Peso recuperado después del tamizado	765.00 gr		Agregado Grueso 1 1/2"	15,000 gr	
Perdida en el proceso de tamizado	1.00 gr		La corrección (2), es debida a la muestra perdida por el lavado.	Agregado Grueso 2"	20,000 gr
% Perdida en el proceso	0.13 %				
% Perdida máxima en el proceso Max 0.3%	OK!				

**ANÁLISIS POR TAMIZADO Y FORMA DE AGREGADOS**

N°	Tamiz N°	Diámetro (mm)	Clasificación	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Corregido (1) (gr)	Peso Retenido Corregido (2) (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	3 "	76.20 mm	Grava	0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2	2 1/2 "	63.50 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
3	2 "	50.80 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
4	1 1/2 "	38.10 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
5	1 "	25.40 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
6	3/4 "	19.05 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
7	1/2 "	12.70 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
8	3/8 "	9.53 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
9	1/4 "	6.35 mm		25.00 gr	25.03 gr	25.03 gr	3.27 %	3.27 %	96.73 %
10	N° 4	4.76 mm	74.00 gr	74.10 gr	74.10 gr	9.67 %	12.94 %	87.06 %	
11	N° 8	2.60 mm	Arena Gruesa a Media	174.00 gr	174.23 gr	174.23 gr	22.75 %	35.69 %	64.31 %
12	N° 10	2.00 mm		39.00 gr	39.05 gr	39.05 gr	5.10 %	40.78 %	59.22 %
13	N° 16	1.18 mm		107.00 gr	107.14 gr	107.14 gr	13.99 %	54.77 %	45.23 %
14	N° 20	0.85 mm		74.00 gr	74.10 gr	74.10 gr	9.67 %	64.44 %	35.56 %
15	N° 30	0.60 mm		82.00 gr	82.11 gr	82.11 gr	10.72 %	75.16 %	24.84 %
16	N° 40	0.43 mm	75.00 gr	75.10 gr	75.10 gr	9.80 %	84.97 %	15.03 %	
17	N° 50	0.30 mm	Arena Fina	54.00 gr	54.07 gr	54.07 gr	7.06 %	92.03 %	7.97 %
18	N° 80	0.18 mm		39.00 gr	39.05 gr	39.05 gr	5.10 %	97.12 %	2.88 %
19	N° 100	0.15 mm		8.00 gr	8.01 gr	8.01 gr	1.05 %	98.17 %	1.83 %
20	N° 200	0.07 mm		9.00 gr	9.01 gr	9.01 gr	1.18 %	99.35 %	0.65 %
21	Bandeja	-	Limo	5.00 gr	5.01 gr	5.01 gr	0.65 %	100.00 %	0.00 %
Total	-	-	-	765.00 gr	766.00 gr	766.00 gr	100.00 %	-	-

LIMITE GRANULOMÉTRICO ASTM - NTP 400.037					VERIFICACIÓN NORMATIVA - NTP 400.037	
N°	Malla		% Que Pasa		El agregado no debería retenerse mas del 45% en dos (2) tamices consecutivos cualesquiera.	Max = 32.42 %
1	3/8"	9.53 mm	100.00 %	100.00 %		El porcentaje indicado para las mallas N°50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente, siempre y en cuando el agregado es empleado en concretos con aire incorporado cuyo contenido de cemento es mayor de 225 kg/cm <sup>3</sup> , o en concretos sin aire incorporado cuyo contenido de cemento es mayor de 300 kg/m <sup>3</sup> o si se emplea un aditivo mineral para suplir la deficiencia en el porcentaje que pasa estas mallas.
2	N° 4	4.76 mm	95.00 %	100.00 %		
3	N° 8	2.60 mm	80.00 %	100.00 %		
4	N° 16	1.18 mm	50.00 %	85.00 %		
5	N° 30	0.60 mm	25.00 %	60.00 %		
6	N° 50	0.30 mm	10.00 %	30.00 %		
7	N° 100	0.15 mm	2.00 %	10.00 %		



MODULO DE FINEZA DE LA MUESTRA				
N°	Tamiz N°	% Retenido	% Retenido Acumulado	Verificaciones Normativas y Recomendaciones
1	3 "	0.00 %	0.00 %	Porcentaje Retenido Acumulado ( $\sum\%RA$ )..... $\sum\%RA = 368.76\%$ Modulo de Fineza ( $(\sum\%RA)/100$ )..... $Mf = 3.69$ Según ASTM el modulo de fineza estará entre 2.3 y 3.1 ..... Verificación = Deficiente!! Módulos de fineza entre 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad reducida segregación. Módulos de fineza entre 2.8 y 3.1 favorables para concreto de alta resistencia.
2	1 1/2 "	0.00 %	0.00 %	
3	3/4 "	0.00 %	0.00 %	
4	3/8 "	0.00 %	0.00 %	
5	N° 4	9.67 %	12.94 %	
6	N° 8	22.75 %	35.69 %	<b>Otras Recomendaciones</b>  Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes: Partículas Deleznables (3%), Material mas fino que malla N°200 (5%). El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, material orgánico, sales u otras sustancias perjudiciales. El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfil perfectamente angular, duras, compactas y resistentes.
7	N° 16	13.99 %	54.77 %	
8	N° 30	10.72 %	75.16 %	
9	N° 50	7.06 %	92.03 %	
10	N° 100	1.05 %	98.17 %	
-	Total	65.23 %	368.76 %	

CONCLUSIONES DEL ENSAYO	
▪	Respecto a la descripción Visual Del Suelo: Arena limpia, medio grueso, gris oscuro.
▪	El Modulo de Fineza de la muestra igual a; 3.69.
▪	Se acerca a los requerimientos indicados en NTP 400.037
▪	La muestra evaluada no presenta partículas deleznables, el material mas fino que la malla N° 200, esta dentro del rango permitido.
▪	La granulometría de la muestra se encuentra cercana de las curvas normativas, por ende podemos considerar cercano al adecuado.
▪	Ensayo, cálculos y texto esta referenciado en base a lo indicado en las NTP400.012 y MTC E024.
▪	La muestra en analisis puede ser usado como agregado fino para la fabricación de concreto.

**A2.2 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MECÁNICO  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

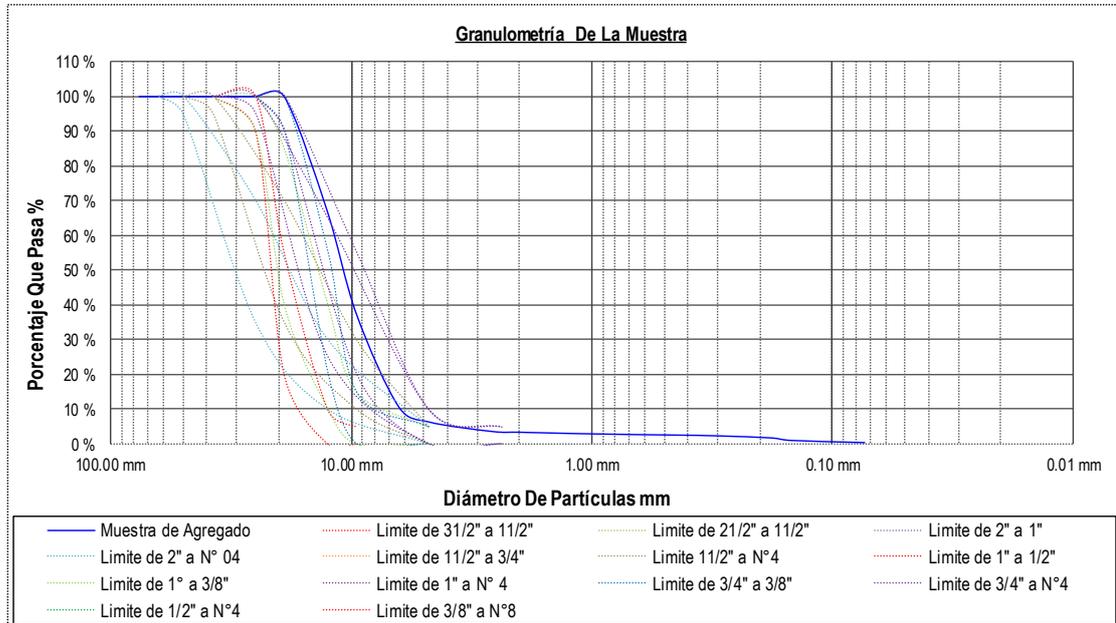
Método de Lavado de Muestra (SI/NO):	NO	Referencia Del Ensayo: NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	TAMAÑO DE MUESTRA DE AGREGADO NTP 400.012	
Peso de la Muestra Seca + Recipiente:	2,796.00 gr		Diámetro Nominal De La Partícula Mayor	Peso Mínimo aproximado (gr)
Peso de la muestra seca lavada + Recipiente:	2,796.00 gr	La corrección (1), es debida a la muestra perdida en el proceso de tamizado.  La corrección (2), es debida a la muestra perdida por el lavado.	Agregado Fino (<3/8")	300 gr
Peso del recipiente:	420.00 gr		Agregado Grueso 3/8"	1,000 gr
Peso de la Muestra Seca Sin Lavar:	2,376.00 gr		Agregado Grueso 1/2"	2,000 gr
Peso de la Muestra Seca Lavada:	2,376.00 gr		Agregado Grueso 3/4"	5,000 gr
Perdida Por Lavado:	0.00 gr		Agregado Grueso 1"	10,000 gr
Peso recuperado después del tamizado	2,374.00 gr		Agregado Grueso 1 1/2"	15,000 gr
Perdida en el proceso de tamizado	2.00 gr		Agregado Grueso 2"	20,000 gr
% Perdida en el proceso	0.08 %			
% Perdida máxima en el proceso Max 0.3%	Ok!!			

**ANÁLISIS POR TAMIZADO Y FORMA DE AGREGADOS**

N°	Tamiz N°	Diámetro (mm)	Clasificación	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Corregido (1) (gr)	Peso Retenido Corregido (2) (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	3 "	76.20 mm	Grava	0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2	2 1/2 "	63.50 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
3	2 "	50.80 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
4	1 1/2 "	38.10 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
5	1 "	25.40 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
6	3/4 "	19.05 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
7	1/2 "	12.70 mm		769.00 gr	769.65 gr	769.65 gr	32.39 %	32.39 %	67.61 %
8	3/8 "	9.53 mm		724.00 gr	724.61 gr	724.61 gr	30.50 %	62.89 %	37.11 %
9	1/4 "	6.35 mm		635.00 gr	635.53 gr	635.53 gr	26.75 %	89.64 %	10.36 %
10	N° 4	4.76 mm		101.00 gr	101.09 gr	101.09 gr	4.25 %	93.89 %	6.11 %
11	N° 8	2.60 mm	Arena Gruesa a Media	65.00 gr	65.05 gr	65.05 gr	2.74 %	96.63 %	3.37 %
12	N° 10	2.00 mm		5.00 gr	5.00 gr	5.00 gr	0.21 %	96.84 %	3.16 %
13	N° 16	1.18 mm		9.00 gr	9.01 gr	9.01 gr	0.38 %	97.22 %	2.78 %
14	N° 20	0.85 mm		4.00 gr	4.00 gr	4.00 gr	0.17 %	97.39 %	2.61 %
15	N° 30	0.60 mm		4.00 gr	4.00 gr	4.00 gr	0.17 %	97.56 %	2.44 %
16	N° 40	0.43 mm		3.00 gr	3.00 gr	3.00 gr	0.13 %	97.68 %	2.32 %
17	N° 50	0.30 mm	Arena Fina	5.00 gr	5.00 gr	5.00 gr	0.21 %	97.89 %	2.11 %
18	N° 80	0.18 mm		14.00 gr	14.01 gr	14.01 gr	0.59 %	98.48 %	1.52 %
19	N° 100	0.15 mm		17.00 gr	17.01 gr	17.01 gr	0.72 %	99.20 %	0.80 %
20	N° 200	0.07 mm		15.00 gr	15.01 gr	15.01 gr	0.63 %	99.83 %	0.17 %
21	Bandeja	-	Limo	4.00 gr	4.00 gr	4.00 gr	0.17 %	100.00 %	0.00 %
Total	-	-		2,374.00 gr	2,376.00 gr	2,376.00 gr	100.00 %	-	-

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	VERIFICACIÓN NORMATIVA - NTP 400.037	
Por características geométricas y condiciones de refuerzo de la estructura, El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor que: - 1/5 de la menor dimensión entre las caras del encofrado. - 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de pres fuerzo. - 1/3 del peralte de las losas. - Por producción, transporte y colocación del concreto.	La granulometría seleccionada no deberá tener mas del 5% del agregado retenido en la malla N° 11/2"	Valor reten. = 0.00 % Verificación = OK!!
	La granulometría seleccionada no deberá tener mas del 6% del agregado que pasa la malla 1/4"	Valor pasa = 10.36 % Verificación = Limitado
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN)	
	Corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente menor al Tamaño Máximo Absoluto, cuando por dicho tamiz pasa el 90% o más de la masa del árido. Cuando pasa menos del 90% el TMN se considera igual al Tamano Máximo Absoluto (TMA).	% Pasa = 67.7 TMA = 1/2 " % Pasa = 67.7 TMN = 1/2 "

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO GRUESO													
Tamaño Nominal	% Pasa Por Los Tamices Normalizados												
	100.00 mm 4"	90.00 mm 3 1/2"	75.00 mm 3"	63.00 mm 2 1/2"	50.00 mm 2"	37.50 mm 1 1/2"	25.00 mm 1"	19.00 mm 3/4"	12.50 mm 1/2"	9.50 mm 3/8"	4.75 mm N° 4	2.36 mm N° 8	1.18 mm N° 16
90.00 mm a 37.50 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 % 100 %		25 % 60 %		0 % 15 %		0 % 5 %					
63.00 mm a 37.50 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 % 100 %	35 % 70 %	0 % 15 %		0 % 5 %					
50.00 mm a 25.00 mm (2" a 1")				100 %	90 % 100 %	35 % 70 %	0 % 15 %		0 % 5 %				
50.00 mm a 4.75 mm (2" a N°4)				100 %	95 % 100 %	35 % 70 %		10 % 30 %		0 % 5 %			
37.50 mm a 19.00 mm (1 1/2" a 3/4")					100 %	90 % 100 %	20 % 55 %	0 % 15 %		0 % 5 %			
37.50 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)					100 %	95 % 100 %	35 % 70 %		10 % 30 %	0 % 5 %			
25.00 mm a 12.50 mm (1" a 1/2")						100 %	90 % 100 %	20 % 55 %	0 % 10 %	0 % 5 %			
25.00 mm a 9.50 mm (1" a 3/8")						100 %	90 % 100 %	40 % 85 %	10 % 40 %	0 % 15 %	0 % 5 %		
25.00 mm a 4.75 mm (1" a N°4)						100 %	95 % 100 %		25 % 65 %		0 % 10 %	0 % 5 %	
19.00 mm a 9.50 mm (3/4" a 3/8")							100 %	90 % 100 %	20 % 55 %	0 % 15 %	0 % 5 %		
19.00 mm a 4.75 mm (3/4" a N°4)							100 %	90 % 100 %		20 % 55 %	0 % 10 %	0 % 5 %	
12.50 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)								100 %	90 % 100 %	40 % 70 %	0 % 15 %	0 % 5 %	
9.50 mm a 2.38 mm (3/8" a N°8)									100 %	85 % 100 %	10 % 30 %	0 % 10 %	0 % 5 %



**MODULO DE FINEZA DE LA MUESTRA**

N°	Tamiz N°	% Retenido	% Retenido Acumulado	Verificaciones Normativas y recomendaciones
1	3	0.00 %	0.00 %	Porcentaje Retenido Acumulado ( $\sum\%RA$ )..... $\sum\%RA = 645.28 \%$ Modulo de Fineza ( $(\sum\%RA)/100$ )..... $Mf = 6.45$ <u>Comentario:</u> El modulo de fineza del agregado grueso, es menos usado que el de la arena, para su calculo se usa el mismo criterio que para la arena.
2	1.5	0.00 %	0.00 %	
3	0.75	0.00 %	0.00 %	
4	0.375	30.50 %	62.89 %	<p align="center"><b>Otras Recomendaciones</b></p> Se recomienda que las sustancias dañinas presentes, no excederán los porcentajes máximos siguientes: Partículas Deleznables (5%), Material mas fino que malla N°200 (1%), carbón y lignito (0.5%). El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi angular, duras, compactas y resistentes y de textura preferentemente rugosa. Las partículas deben estar libre de tierra, polvo, limo, humos, escamas, material orgánico, sales u otras sustancias dañinas.
5	N° 4	4.25 %	93.89 %	
6	N° 8	2.74 %	96.63 %	
7	N° 16	0.38 %	97.22 %	
8	N° 30	0.17 %	97.56 %	
9	N° 50	0.21 %	97.89 %	
10	N° 100	0.72 %	99.20 %	
-	Total	38.96 %	645.28 %	

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

▪ Respecto a la descripción Visual Del Suelo: Piedra triturada, gris oscuro.
▪ Respecto al perfil del agregado Grueso (Piedra CI Angular
▪ El Modulo de Fineza de la muestra igual a; 6.45.
▪ La muestra cumple parcialmente con los requerimientos indicados en NTP 400.037
▪ La muestra evaluada no presenta partículas deleznables, el material mas fino que la malla N° 200, esta dentro del rango permitido.
▪ La granulometría obtenida de la muestra se encuentra dentro de las curvas normativas, por ende es adecuado.
▪ Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en las NTP400.012 y MTC E024.
▪ La muestra evaluada puede ser usado como agregado grueso para la fabricación de concreto.
▪ El tamaño Maximo de la muestra es; 1/2".
▪ El tamaño Maximo Nominal de la muestra es; 1/2".

**A2.3 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MECÁNICO  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO,  
ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

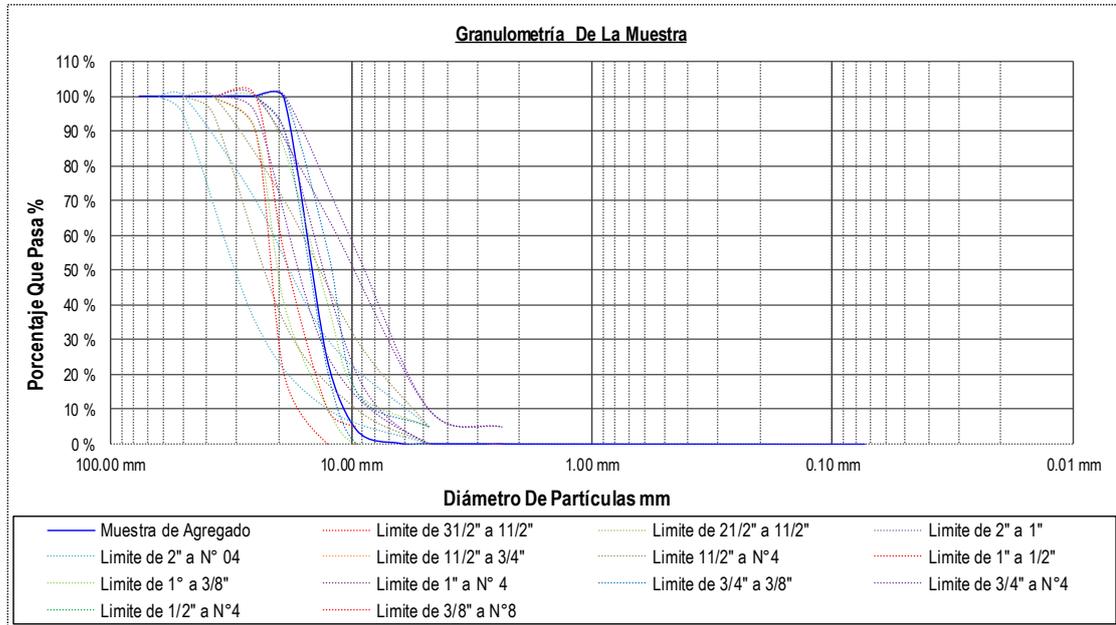
Método de Lavado de Muestra (SI/NO):	NO	Referencia Del Ensayo: NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	TAMAÑO DE MUESTRA DE AGREGADO NTP 400.012		
Peso de la Muestra Seca + Recipiente:	3,241.00 gr		Diámetro Nominal De La Partícula Mayor	Peso Mínimo aproximado (gr)	
Peso de la muestra seca lavada + Recipiente:	3,241.00 gr	La corrección (1), es debida a la muestra perdida en el proceso de tamizado.	Agregado Fino (<3/8")	300 gr	
Peso del recipiente:	420.00 gr		Agregado Grueso 3/8"	1,000 gr	
Peso de la Muestra Seca Sin Lavar:	2,821.00 gr		Agregado Grueso 1/2"	2,000 gr	
Peso de la Muestra Seca Lavada:	2,821.00 gr		Agregado Grueso 3/4"	5,000 gr	
Perdida Por Lavado:	0.00 gr		Agregado Grueso 1"	10,000 gr	
Peso recuperado después del tamizado	2,820.00 gr		Agregado Grueso 1 1/2"	15,000 gr	
Perdida en el proceso de tamizado	1.00 gr		La corrección (2), es debida a la muestra perdida por el lavado.	Agregado Grueso 2"	20,000 gr
% Perdida en el proceso	0.04 %				
% Perdida máxima en el proceso Max 0.3%	OK!				

**ANÁLISIS POR TAMIZADO Y FORMA DE AGREGADOS**

N°	Tamiz N°	Diámetro (mm)	Clasificación	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Corregido (1) (gr)	Peso Retenido Corregido (2) (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	3 "	76.20 mm	Grava	0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2	2 1/2 "	63.50 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
3	2 "	50.80 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
4	1 1/2 "	38.10 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
5	1 "	25.40 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
6	3/4 "	19.05 mm		19.00 gr	19.01 gr	19.01 gr	0.67 %	0.67 %	99.33 %
7	1/2 "	12.70 mm		2,089.00 gr	2,089.74 gr	2,089.74 gr	74.08 %	74.75 %	25.25 %
8	3/8 "	9.53 mm		597.00 gr	597.21 gr	597.21 gr	21.17 %	95.92 %	4.08 %
9	1/4 "	6.35 mm		106.00 gr	106.04 gr	106.04 gr	3.76 %	99.68 %	0.32 %
10	N° 4	4.76 mm		5.00 gr	5.00 gr	5.00 gr	0.18 %	99.86 %	0.14 %
11	N° 8	2.60 mm	Arena Gruesa a Media	1.00 gr	1.00 gr	1.00 gr	0.04 %	99.89 %	0.11 %
12	N° 10	2.00 mm		1.00 gr	1.00 gr	1.00 gr	0.04 %	99.93 %	0.07 %
13	N° 16	1.18 mm		0.30 gr	0.30 gr	0.30 gr	0.01 %	99.94 %	0.06 %
14	N° 20	0.85 mm		0.30 gr	0.30 gr	0.30 gr	0.01 %	99.95 %	0.05 %
15	N° 30	0.60 mm		0.20 gr	0.20 gr	0.20 gr	0.01 %	99.96 %	0.04 %
16	N° 40	0.43 mm		0.20 gr	0.20 gr	0.20 gr	0.01 %	99.96 %	0.04 %
17	N° 50	0.30 mm	Arena Fina	0.20 gr	0.20 gr	0.20 gr	0.01 %	99.97 %	0.03 %
18	N° 80	0.18 mm		0.20 gr	0.20 gr	0.20 gr	0.01 %	99.98 %	0.02 %
19	N° 100	0.15 mm		0.20 gr	0.20 gr	0.20 gr	0.01 %	99.99 %	0.01 %
20	N° 200	0.07 mm		0.20 gr	0.20 gr	0.20 gr	0.01 %	99.99 %	0.01 %
21	Bandeja	-	Limo	0.20 gr	0.20 gr	0.20 gr	0.01 %	100.00 %	0.00 %
Total	-	-		2,820.00 gr	2,821.00 gr	2,821.00 gr	100.00 %	-	-

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	VERIFICACIÓN NORMATIVA - NTP 400.037	
Por características geométricas y condiciones de refuerzo de la estructura, El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor que: - 1/5 de la menor dimensión entre las caras del encofrado. - 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de pres fuerzo. - 1/3 del peralte de las losas. - Por producción, transporte y colocación del concreto.	La granulometría seleccionada no deberá tener mas del 5% del agregado retenido en la malla N° 11/2"	Valor reten. = 0.00 % Verificación = OK!!
	La granulometría seleccionada no deberá tener mas del 6% del agregado que pasa la malla 1/4"	Valor pasa = 0.32 % Verificación = OK!!
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN)	
	Corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente menor al Tamaño Máximo Absoluto, cuando por dicho tamiz pasa el 90% o más de la masa del árido. Cuando pasa menos del 90% el TMN se considera igual al Tamano Máximo Absoluto (TMA).	% Pasa = 99.33 TMA = 3/4 " % Pasa = 99.33 TMN = 1/2 "

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO GRUESO													
Tamaño Nominal	% Pasa Por Los Tamices Normalizados												
	100.00 mm 4"	90.00 mm 3 1/2"	75.00 mm 3"	63.00 mm 2 1/2"	50.00 mm 2"	37.50 mm 1 1/2"	25.00 mm 1"	19.00 mm 3/4"	12.50 mm 1/2"	9.50 mm 3/8"	4.75 mm N° 4	2.36 mm N° 8	1.18 mm N° 16
90.00 mm a 37.50 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 % 100 %		25 % 60 %		0 % 15 %		0 % 5 %					
63.00 mm a 37.50 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 % 100 %	35 % 70 %	0 % 15 %		0 % 5 %					
50.00 mm a 25.00 mm (2" a 1")				100 %	90 % 100 %	35 % 70 %	0 % 15 %		0 % 5 %				
50.00 mm a 4.75 mm (2" a N°4)				100 %	95 % 100 %		35 % 70 %		10 % 30 %		0 % 5 %		
37.50 mm a 19.00 mm (1 1/2" a 3/4")					100 %	90 % 100 %	20 % 55 %	0 % 15 %		0 % 5 %			
37.50 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)					100 %	95 % 100 %	35 % 70 %		10 % 30 %	0 % 5 %			
25.00 mm a 12.50 mm (1" a 1/2")						100 %	90 % 100 %	20 % 55 %	0 % 10 %	0 % 5 %			
25.00 mm a 9.50 mm (1" a 3/8")						100 %	90 % 100 %	40 % 85 %	10 % 40 %	0 % 15 %	0 % 5 %		
25.00 mm a 4.75 mm (1" a N°4)						100 %	95 % 100 %		25 % 65 %		0 % 10 %	0 % 5 %	
19.00 mm a 9.50 mm (3/4" a 3/8")							100 %	90 % 100 %	20 % 55 %	0 % 15 %	0 % 5 %		
19.00 mm a 4.75 mm (3/4" a N°4)							100 %	90 % 100 %		20 % 55 %	0 % 10 %	0 % 5 %	
12.50 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)								100 %	90 % 100 %	40 % 70 %	0 % 15 %	0 % 5 %	
9.50 mm a 2.38 mm (3/8" a N°8)									100 %	85 % 100 %	10 % 30 %	0 % 10 %	0 % 5 %



MODULO DE FINEZA DE LA MUESTRA				
N°	Tamiz N°	% Retenido	% Retenido Acumulado	Verificaciones Normativas y recomendaciones
1	3	0.00 %	0.00 %	Porcentaje Retenido Acumulado ( $\sum\%RA$ )..... $\sum\%RA = 696.20\%$ Modulo de Fineza ( $(\sum\%RA)/100$ )..... $Mf = 6.96$
2	1.5	0.00 %	0.00 %	
3	0.75	0.67 %	0.67 %	<u>Comentario:</u>
4	0.375	21.17 %	95.92 %	El modulo de fineza del agregado grueso, es menos usado que el de la arena, para su calculo se usa el mismo criterio que para la arena.
5	N° 4	0.18 %	99.86 %	
6	N° 8	0.04 %	99.89 %	<b>Otras Recomendaciones</b>
7	N° 16	0.01 %	99.94 %	Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes: Partículas Deleznables (5%), Material mas fino que malla N°200 (1%), carbón y lignito (0.5%). El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi angular, duras, compactas y resistentes y de textura preferentemente rugosa. Las partículas deben estar libre de tierra, polvo, limo, humos, escamas, material orgánico, sales u otras sustancias dañinas.
8	N° 30	0.01 %	99.96 %	
9	N° 50	0.01 %	99.97 %	
10	N° 100	0.01 %	99.99 %	
-	Total	22.09 %	696.20 %	

CONCLUSIONES DEL ENSAYO	
▪	De la descripción Visual Del Suelo: Piedra triturada, gris oscuro.
▪	Respecto al Perfil del agregado Grueso (Piedra C Redondeada
▪	El Modulo de Fineza de la muestra igual a; 6.96.
▪	La muestra cumple parcialmente con los requerimientos indicados en NTP 400.037
▪	La muestra no presenta partículas deleznables, el material mas fino que la malla N° 200, esta dentro del rango permitido para el material.
▪	La granulometría de la muestra se encuentra dentro de las curvas normativas, por ende es adecuado para su uso
▪	Ensayo, texto y cálculos referenciados en base a lo indicado en las NTP400.012 y MTC E024.
▪	La muestra evaluada puede ser usado como agregado grueso para la fabricación de concreto.
▪	El tamaño Maximo de la muestra es de; 3/4".
▪	El tamaño Maximo Nominal de la muestra es de; 1/2".

**A2.4 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MECÁNICO  
(AGREGADO FINO - HORMIGÓN)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2019"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Arena Gruesa
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Método de Lavado de Muestra (SI/NO):	NO	Referencia Del Ensayo: NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	TAMAÑO DE MUESTRA DE AGREGADO NTP 400.012	
Peso de la Muestra Seca + Recipiente:	1,588.00 gr		Diámetro Nominal De La Partícula Mayor	Peso Mínimo aproximado (gr)
Peso de la muestra seca lavada + Recipiente:	1,588.00 gr		Agregado Fino (<3/8")	300 gr
Peso del recipiente:	420.00 gr	La corrección (1), es debida a la muestra perdida en el proceso de tamizado.	Agregado Grueso 3/8"	1,000 gr
Peso de la Muestra Seca Sin Lavar:	1,168.00 gr		Agregado Grueso 1/2"	2,000 gr
Peso de la Muestra Seca Lavada:	1,168.00 gr		Agregado Grueso 3/4"	5,000 gr
Perdida Por Lavado:	0.00 gr	La corrección (2), es debida a la muestra perdida por el lavado.	Agregado Grueso 1"	10,000 gr
Peso recuperado después del tamizado	1,167.00 gr		Agregado Grueso 1 1/2"	15,000 gr
Perdida en el proceso de tamizado	1.00 gr		Agregado Grueso 2"	20,000 gr
% Perdida en el proceso	0.09 %			
% Perdida máxima en el proceso Max 0.3%	OK!!			

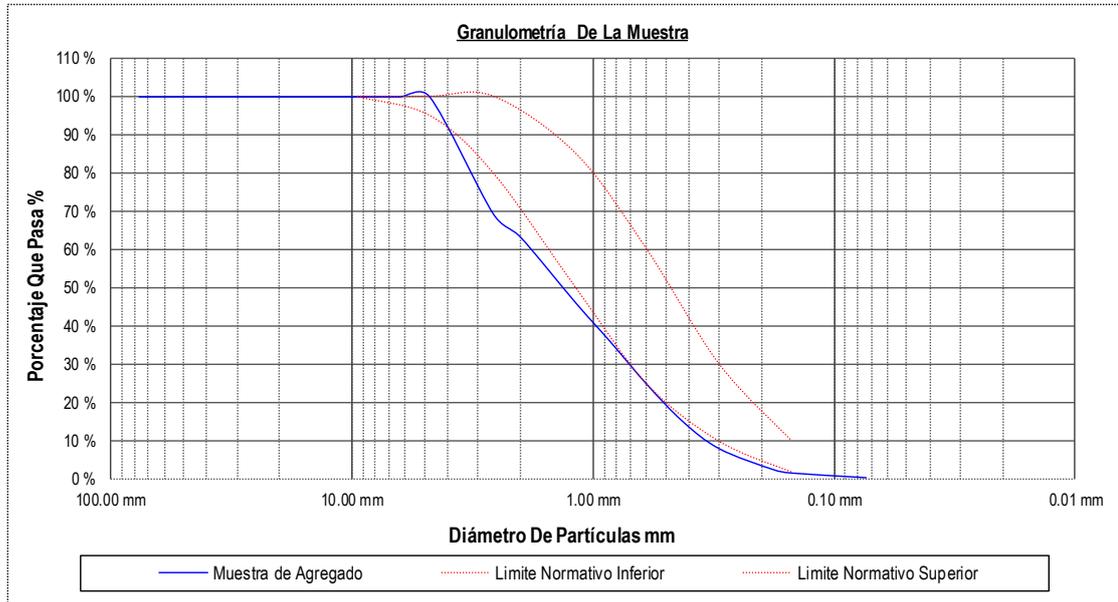
**ANÁLISIS POR TAMIZADO Y FORMA DE AGREGADOS**

N°	Tamiz N°	Diámetro (mm)	Clasificación	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Corregido (1) (gr)	Peso Retenido Corregido (2) (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	3"	76.20 mm	Grava	0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2	2 1/2"	63.50 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
3	2"	50.80 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
4	1 1/2"	38.10 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
5	1"	25.40 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
6	3/4"	19.05 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
7	1/2"	12.70 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
8	3/8"	9.53 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
9	1/4"	6.35 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
10	N° 4	4.76 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
11	N° 8	2.60 mm	Arena Gruesa a Media	356.00 gr	356.31 gr	356.31 gr	30.51 %	30.51 %	69.49 %
12	N° 10	2.00 mm		72.00 gr	72.06 gr	72.06 gr	6.17 %	36.68 %	63.32 %
13	N° 16	1.18 mm		201.00 gr	201.17 gr	201.17 gr	17.22 %	53.90 %	46.10 %
14	N° 20	0.85 mm		118.00 gr	118.10 gr	118.10 gr	10.11 %	64.01 %	35.99 %
15	N° 30	0.60 mm		130.00 gr	130.11 gr	130.11 gr	11.14 %	75.15 %	24.85 %
16	N° 40	0.43 mm		114.00 gr	114.10 gr	114.10 gr	9.77 %	84.92 %	15.08 %
17	N° 50	0.30 mm	Arena Fina	83.00 gr	83.07 gr	83.07 gr	7.11 %	92.03 %	7.97 %
18	N° 80	0.18 mm		63.00 gr	63.05 gr	63.05 gr	5.40 %	97.43 %	2.57 %
19	N° 100	0.15 mm		11.00 gr	11.01 gr	11.01 gr	0.94 %	98.37 %	1.63 %
20	N° 200	0.07 mm		14.00 gr	14.01 gr	14.01 gr	1.20 %	99.57 %	0.43 %
21	Bandeja	-	Limo	5.00 gr	5.00 gr	5.00 gr	0.43 %	100.00 %	0.00 %
Total	-	-		1,167.00 gr	1,168.00 gr	1,168.00 gr	100.00 %	-	-

**LIMITE GRANULOMÉTRICO ASTM - NTP 400.037**

**VERIFICACIÓN NORMATIVA - NTP 400.037**

N°	Malla		% Que Pasa		El agregado no deberá retenerse mas del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.	Max = 36.68 %
1	3/8"	9.53 mm	100.00 %	100.00 %		Verificación = OK!!
2	N° 4	4.76 mm	95.00 %	100.00 %	El porcentaje indicado para las mallas N°50 y N° 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente, si el agregado es empleado en concretos con aire incorporado cuyo contenido de cemento es mayor de 225 kg/cm <sup>3</sup> , o en concretos sin aire incorporado cuyo contenido de cemento es mayor de 300 kg/m <sup>3</sup> o si se emplea un aditivo mineral para suplir la deficiencia en el porcentaje que pasa estas mallas.	
3	N° 8	2.60 mm	80.00 %	100.00 %		
4	N° 16	1.18 mm	50.00 %	85.00 %		
5	N° 30	0.60 mm	25.00 %	60.00 %		
6	N° 50	0.30 mm	10.00 %	30.00 %		
7	N° 100	0.15 mm	2.00 %	10.00 %		



MODULO DE FINEZA DE LA MUESTRA				
N°	Tamiz N°	% Retenido	% Retenido Acumulado	Verificaciones Normativas y recomendaciones
1	3	0.00 %	0.00 %	Porcentaje Retenido Acumulado ( $\Sigma\% RA$ ) ..... $\Sigma\% RA = 349.96\%$ Modulo de Fineza ( $(\Sigma\% RA)/100$ ) ..... $Mf = 3.5$ Según ASTM el modulo de fineza estará entre 2.3 y 3.1 ..... Verificación = Deficiente!! Módulos de fineza entre 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad reducida segregación. Módulos de fineza entre 2.8 y 3.1 favorables para concreto de alta resistencia.
2	1.5	0.00 %	0.00 %	
3	0.75	0.00 %	0.00 %	
4	0.375	0.00 %	0.00 %	
5	N° 4	0.00 %	0.00 %	
6	N° 8	30.51 %	30.51 %	<b>Otras Recomendaciones</b>
7	N° 16	17.22 %	53.90 %	Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes: Partículas Deleznables (3%), Material mas fino que malla N°200 (5%). El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, material orgánico, sales u otras sustancias perjudiciales. El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfil perfectamente angular, duras, compactas y resistentes.
8	N° 30	11.14 %	75.15 %	
9	N° 50	7.11 %	92.03 %	
10	N° 100	0.94 %	98.37 %	
-	Total	66.93 %	349.96 %	

CONCLUSIONES DEL ENSAYO
▪ De la descripción Visual Del Suelo: Arena limpia, medio grueso, gris oscuro.
▪ El Modulo de Fineza de la muestra igual a; 3.5.
▪ Muestra cercana de los requerimientos indicados en NTP 400.037
▪ La muestra evaluada no presenta partículas deleznables, el material mas fino que la malla N° 200, esta dentro del rango permitido.
▪ La granulometría de la muestra se encuentra cercana de las curvas normativas, por ende se puede asumir que es adecuado.
▪ Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP400.012 y MTC E024.
▪ La muestra evaluada puede ser usado como agregado fino para la fabricación de concreto.

**A2.4 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO MECÁNICO  
(AGREGADO GRUESO - HORMIGÓN)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Grava
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

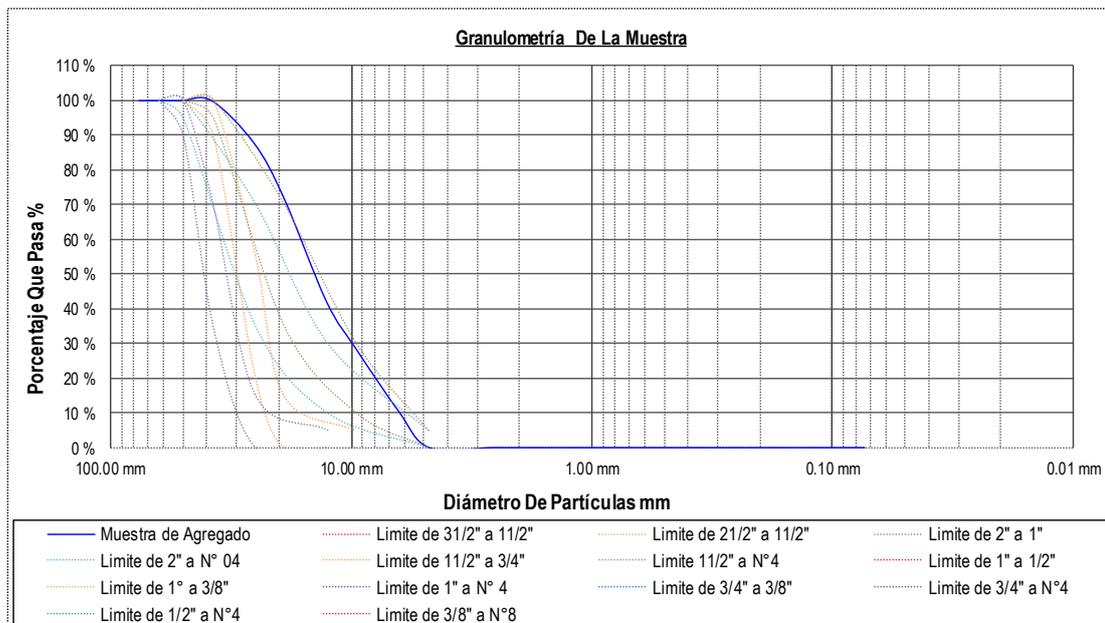
Método de Lavado de Muestra (SI/NO):	NO	Referencia Del Ensayo: NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	TAMAÑO DE MUESTRA DE AGREGADO NTP 400.012	
Peso de la Muestra Seca + Recipiente:	2,119.00 gr		Diámetro Nominal De La Partícula Mayor	Peso Mínimo aproximado (gr)
Peso de la muestra seca lavada + Recipiente:	2,119.00 gr	La corrección (1), es debida a la muestra perdida por el lavado.	Agregado Fino (<3/8")	300 gr
Peso del recipiente:	420.00 gr		Agregado Grueso 3/8"	1,000 gr
Peso de la Muestra Seca Sin Lavar:	1,699.00 gr	La corrección (2), es debida a la muestra perdida en el proceso de tamizado.	Agregado Grueso 1/2"	2,000 gr
Peso de la Muestra Seca Lavada:	1,699.00 gr		Agregado Grueso 3/4"	5,000 gr
Perdida Por Lavado:	0.00 gr		Agregado Grueso 1"	10,000 gr
Peso recuperado después del tamizado	1,698.00 gr		Agregado Grueso 1 1/2"	15,000 gr
Perdida en el proceso de tamizado	1.00 gr		Agregado Grueso 2"	20,000 gr
% Perdida en el proceso	0.06 %			
% Perdida máxima en el proceso Max 0.3%	OK!			

**ANÁLISIS POR TAMIZADO Y FORMA DE AGREGADOS**

N°	Tamiz N°	Diámetro (mm)	Clasificación	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Corregido (1) (gr)	Peso Retenido Corregido (2) (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1	3 "	76.20 mm	Grava	0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
2	2 1/2 "	63.50 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
3	2 "	50.80 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
4	1 1/2 "	38.10 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	0.00 %	100.00 %
5	1 "	25.40 mm		208.00 gr	208.12 gr	208.12 gr	12.25 %	12.25 %	87.75 %
6	3/4 "	19.05 mm		271.00 gr	271.16 gr	271.16 gr	15.96 %	28.21 %	71.79 %
7	1/2 "	12.70 mm		505.00 gr	505.30 gr	505.30 gr	29.74 %	57.95 %	42.05 %
8	3/8 "	9.53 mm		235.00 gr	235.14 gr	235.14 gr	13.84 %	71.79 %	28.21 %
9	1/4 "	6.35 mm		304.00 gr	304.18 gr	304.18 gr	17.90 %	89.69 %	10.31 %
10	N° 4	4.76 mm		175.00 gr	175.10 gr	175.10 gr	10.31 %	100.00 %	0.00 %
11	N° 8	2.60 mm	Arena Gruesa a Media	0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
12	N° 10	2.00 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
13	N° 16	1.18 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
14	N° 20	0.85 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
15	N° 30	0.60 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
16	N° 40	0.43 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
17	N° 50	0.30 mm	Arena Fina	0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
18	N° 80	0.18 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
19	N° 100	0.15 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
20	N° 200	0.07 mm		0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
21	Bandeja	-	Limo	0.00 gr	0.00 gr	0.00 gr	0.00 %	100.00 %	0.00 %
<b>Total</b>	-	-		1,698.00 gr	1,699.00 gr	1,699.00 gr	100.00 %	-	-

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	VERIFICACIÓN NORMATIVA - NTP 400.037	
Por características geométricas y condiciones de refuerzo de la estructura, El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor que: - 1/5 de la menor dimensión entre las caras del encofrado. - 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de pres fuerzo. - 1/3 del peralte de las losas. - Por producción, transporte y colocación del concreto.	La granulometría seleccionada no deberá tener mas del 5% del agregado retenido en la malla N° 11/2"	Valor reten. = 0.00 % Verificación = OK!!
	La granulometría seleccionada no deberá tener mas del 6% del agregado que pasa la malla 1/4"	Valor pasa = 10.31 % Verificación = Limitado
	<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN)</b>	
	Corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente menor al Tamaño Máximo Absoluto, cuando por dicho tamiz pasa el 90% o más de la masa del árido. Cuando pasa menos del 90% el TMN se considera igual al Tamano Máximo Absoluto (TMA).	% Pasa = 87.75 TMA = 1 "
		% Pasa = 87.75 TMN = 1 "

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO GRUESO													
Tamaño Nominal	% Pasa Por Los Tamices Normalizados												
	100.00 mm 4"	90.00 mm 3 1/2"	75.00 mm 3"	63.00 mm 2 1/2"	50.00 mm 2"	37.50 mm 1 1/2"	25.00 mm 1"	19.00 mm 3/4"	12.50 mm 1/2"	9.50 mm 3/8"	4.75 mm N° 4	2.36 mm N° 8	1.18 mm N° 16
90.00 mm a 37.50 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 100 %		25 % 60 %		0 % 15 %		0 % 5 %					
63.00 mm a 37.50 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 100 %	35 % 70 %	0 % 15 %		0 % 5 %					
50.00 mm a 25.00 mm (2" a 1")				100 %	90 100 %	35 % 70 %	0 % 15 %		0 % 5 %				
50.00 mm a 4.75 mm (2" a N°4)				100 %	95 100 %		35 % 70 %		10 % 30 %		0 % 5 %		
37.50 mm a 19.00 mm (1 1/2" a 3/4")					100 %	90 100 %	20 % 55 %	0 % 15 %		0 % 5 %			
37.50 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)					100 %	95 100 %		35 % 70 %		10 % 30 %	0 % 5 %		
25.00 mm a 12.50 mm (1" a 1/2")						100 %	90 100 %	20 % 55 %	0 % 10 %	0 % 5 %			
25.00 mm a 9.50 mm (1" a 3/8")						100 %	90 100 %	40 % 85 %	10 % 40 %	0 % 15 %	0 % 5 %		
25.00 mm a 4.75 mm (1" a N°4)						100 %	95 100 %		25 % 65 %		0 % 10 %	0 % 5 %	
19.00 mm a 9.50 mm (3/4" a 3/8")							90 100 %	20 % 55 %	0 % 15 %	0 % 5 %			
19.00 mm a 4.75 mm (3/4" a N°4)							90 100 %		20 % 55 %	0 % 10 %	0 % 5 %	0 % 5 %	
12.50 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)								100 %	90 100 %	40 % 70 %	0 % 15 %	0 % 5 %	
9.50 mm a 2.38 mm (3/8" a N°8)									100 %	85 100 %	10 % 30 %	0 % 10 %	0 % 5 %



**MODULO DE FINEZA DE LA MUESTRA**

N°	Tamiz N°	% Retenido	% Retenido Acumulado	Verificaciones Normativas y recomendaciones
1	3	0.00 %	0.00 %	Porcentaje Retenido Acumulado ( $\sum\%RA$ )..... $\sum\%RA = 700.00\%$ Modulo de Fineza ( $(\sum\%RA)/100$ )..... $Mf = 7$
2	1.5	0.00 %	0.00 %	
3	0.75	15.96 %	28.21 %	<b>Comentario:</b> El modulo de fineza del agregado grueso, es menos usado que el de la arena, para su calculo se usa el mismo criterio que para la arena.
4	0.375	13.84 %	71.79 %	
5	N° 4	10.31 %	100.00 %	
6	N° 8	0.00 %	100.00 %	
<b>Otras Recomendaciones</b>				
7	N° 16	0.00 %	100.00 %	Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes: Partículas Deleznables (5%), Material mas fino que malla N°200 (1%), carbón y lignito (0.5%). El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi angular, duras, compactas y resistentes y de textura preferentemente rugosa. Las partículas deben estar libre de tierra, polvo, limo, humos, escamas, material orgánico, sales u otras sustancias dañinas.
8	N° 30	0.00 %	100.00 %	
9	N° 50	0.00 %	100.00 %	
10	N° 100	0.00 %	100.00 %	
-	Total	40.11 %	700.00 %	

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ De la descripción Visual Del Suelo: Piedra Grava, gris oscuro.</li> <li>▪ El Perfil del agregado Grueso (Hormigon); Redondeada</li> <li>▪ El Modulo de Fineza de la muestra igual a; 7.</li> <li>▪ la muestra cumple parcialmente con los requerimientos indicados en NTP 400.037</li> <li>▪ La muestra evaluada no presenta partículas deleznables, el material mas fino que la malla N° 200, esta dentro del rango permitido.</li> <li>▪ La granulometría de la muestra evaluada se encuentra dentro de las curvas normativas, por ende es adecuado.</li> <li>▪ Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP400.012 y MTC E024.</li> <li>▪ La muestra evaluada puede ser usado como agregado grueso para la fabricación de concreto.</li> <li>▪ El tamaño Maximo de la muestra es; 1"</li> <li>▪ El tamaño Maximo Nominal de la muestra es; 1"</li> </ul>
--

**A2.5 - PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS)  
(AGREGADO FINO - ARENA GRUESA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Arena Gruesa
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Volumen del Recipiente calibrado (cm <sup>3</sup> ):	14,412.12 cm <sup>3</sup>	<b>Referencias Normativas:</b> NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Peso del Recipiente calibrado (gr):	8,280.00 gr	
Desviación estándar máxima	14.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>Formulación Básica</b>  $PUS = \frac{G - T}{V}$ W = Peso unitario del agregado en kg/m <sup>3</sup> G = Peso del recipiente más el agregado en kg T = Peso del recipiente de medida en kg V = Volumen del recipiente de medida en m <sup>3</sup>
Desviación Estándar Del ensayo	1.60 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	
Diferencia Máxima En el Ensayo	40.00 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación del ensayo	3.19 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	

**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso seco del Agregado Fino + Recipiente (G)	gr	32,390.00 gr	32,410.00 gr	32,364.00 gr	-
2	Peso del Recipiente (T)	gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	-
3	Peso del Agregado Fino (W)	gr	24,110.00 gr	24,130.00 gr	24,084.00 gr	-
4	Volumen Calibrado del Recipiente (V)	cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	-
5	Peso Unitario Suelto Seco (PUS)	gr/cm <sup>3</sup>	1.6729	1.6743	1.6711	-
6	Peso Unitario Suelto Seco Final (PUS)	gr/cm <sup>3</sup>	1.6728 gr/cm <sup>3</sup>			-
7	Peso Unitario Suelto Seco Final (PUS)	Kg/m <sup>3</sup>	1,672.76 kg/m <sup>3</sup>			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El volumen y peso del recipiente usado fueron determinados por el laboratorio (Corresponde a datos calibrados).
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.017
- El ensayo es aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas indicadas en las normas.
- El Peso Unitario Suelto del Agregado Fino (Arena Gruesa) es de; 1672.76 kg/m<sup>3</sup>
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 400.017

**A2.6 - PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Volumen del Recipiente calibrado (cm³):	14,412.12 cm³	<b>Referencias Normativas:</b> NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Peso del Recipiente calibrado (gr):	8,280.00 gr	
Desviación estándar máxima	14.00 kg/m³	<b>Formulación Básica</b>  $PUS = \frac{G-T}{V}$ W = Peso unitario del agregado en kg/m³ G = Peso del recipiente más el agregado en kg T = Peso del recipiente de medida en kg V = Volumen del recipiente de medida en m³
Desviación Estándar Del ensayo	2.80 kg/m³	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	
Diferencia Máxima En el Ensayo	40.00 kg/m³	
Verificación del ensayo	5.55 kg/m³	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	

**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS)**

Nº	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso seco del Agregado Grueso + Recipiente (G)	gr	26,967.00 gr	26,997.00 gr	26,917.00 gr	-
2	Peso del Recipiente (T)	gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	-
3	Peso del Agregado Grueso (W)	gr	18,687.00	18,717.00	18,637.00	-
4	Volumen Calibrado del Recipiente (V)	cm³	14,412.12 cm³	14,412.12 cm³	14,412.12 cm³	-
5	Peso Unitario Suelto Seco (PUS)	gr/cm³	1.2966 gr/cm³	1.2987 gr/cm³	1.2931 gr/cm³	-
6	Peso Unitario Suelto Seco Final (PUS)	gr/cm³	1.2962 gr/cm³			-
7	Peso Unitario Suelto Seco Final (PUS)	Kg/m³	1,296.15 kg/m³			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El volumen y peso del recipiente usado fueron determinados por el laboratorio (Corresponde a datos calibrados).
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.017
- El ensayo es aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas indicadas en las normas.
- El Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso (Piedra Triturada) es de; 1296.15 kg/m³
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 400.017

**A2.7 - PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Volumen del Recipiente calibrado (cm³):	14,412.12 cm³	<b>Referencias Normativas:</b> NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Peso del Recipiente calibrado (gr):	8,280.00 gr	
Desviación estándar máxima	14.00 kg/m³	<b>Formulación Básica</b>  $PUS = \frac{G-T}{V}$ W = Peso unitario del agregado en kg/m³ G = Peso del recipiente más el agregado en kg T = Peso del recipiente de medida en kg V = Volumen del recipiente de medida en m³
Desviación Estándar Del ensayo	1.30 kg/m³	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	
Diferencia Máxima En el Ensayo	40.00 kg/m³	
Verificación del ensayo	2.57 kg/m³	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	

**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS)**

Nº	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso seco del Agregado Grueso + Recipiente (G)	gr	29,277.00 gr	29,290.00 gr	29,314.00 gr	-
2	Peso del Recipiente (T)	gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	-
3	Peso del Agregado Grueso (W)	gr	20,997.00	21,010.00	21,034.00	-
4	Volumen Calibrado del Recipiente (V)	cm³	14,412.12 cm³	14,412.12 cm³	14,412.12 cm³	-
5	Peso Unitario Suelto Seco (PUS)	gr/cm³	1.4569 gr/cm³	1.4578 gr/cm³	1.4595 gr/cm³	-
6	Peso Unitario Suelto Seco Final (PUS)	gr/cm³	1.4581 gr/cm³			-
7	Peso Unitario Suelto Seco Final (PUS)	Kg/m³	1,458.06 kg/m³			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El volumen y peso del recipiente utilizado fueron determinados por el laboratorio (Corresponde a datos calibrados).
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.017
- El ensayo se considera aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas.
- El Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso (Piedra Grava) es; 1458.06 kg/m³
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.017

**A2.8 - PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS)  
(HORMIGON)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Hormigon
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Volumen del Recipiente calibrado (cm³):	14,412.12 cm³	<b>Referencias Normativas:</b> NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Peso del Recipiente calibrado (gr):	8,280.00 gr	
Desviación estándar máxima	14.00 kg/m³	<b>Formulación Básica</b>
Desviación Estándar Del ensayo	2.05 kg/m³	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	$PUS = \frac{G-T}{V}$ <p>W = Peso unitario del agregado en kg/m³  G = Peso del recipiente más el agregado en kg  T = Peso del recipiente de medida en kg  V = Volumen del recipiente de medida en m³</p>
Diferencia Máxima En el Ensayo	40.00 kg/m³	
Verificación del ensayo	4.09 kg/m³	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	

**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUS)**

Nº	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso seco del Agregado Fino + Recipiente (G)	gr	35,357.00	35,386.00	35,327.00	-
2	Peso del Recipiente (T)	gr	8,280.00	8,280.00	8,280.00	-
3	Peso del Agregado Fino (W)	gr	27,077.00	27,106.00	27,047.00	-
4	Volumen Calibrado del Recipiente (V)	cm³	14,412.12	14,412.12	14,412.12	-
5	Peso Unitario Suelto Seco (PUS)	gr/cm³	1.88	1.88	1.88	-
6	Peso Unitario Suelto Seco Final (PUS)	gr/cm³	1.88 gr/cm³			-
7	Peso Unitario Suelto Seco Final (PUS)	Kg/m³	1,878.74 kg/m³			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El volumen y peso del recipiente utilizado fueron determinados por el laboratorio (Datos calibrados en laboratorio).
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.017
- El ensayo es considerado aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas.
- El Peso Unitario Suelto del Agregado Fino (Arena Gruesa) es; 1878.74 kg/m³
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.017

**A2.9 - PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC)  
(AGREGADO FINO - ARENA GRUESA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Arena Gruesa
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Volumen del Recipiente calibrado (cm <sup>3</sup> ):	14,412.12 cm <sup>3</sup>	<b>Referencias Normativas:</b> NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Peso del Recipiente calibrado (gr):	8,280.00 gr	
Desviación estándar máxima	14.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>Formulación Básica</b>  $PUC = \frac{G-T}{V}$ W = Peso unitario del agregado en kg/m <sup>3</sup> G = Peso del recipiente más el agregado en kg T = Peso del recipiente de medida en kg V = Volumen del recipiente de medida en m <sup>3</sup>
Desviación Estándar Del ensayo	1.06 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	
Diferencia Máxima En el Ensayo	40.00 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación del ensayo	2.08 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	

**PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso seco del Agregado Fino + Recipiente (G)	gr	34,428.00 gr	34,448.00 gr	34,458.00 gr	-
2	Peso del Recipiente (T)	gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	-
3	Peso del Agregado Fino (W)	gr	26,148.00	26,168.00	26,178.00	-
4	Volumen Calibrado del Recipiente (V)	cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	-
5	Peso Unitario Compacto Seco (PUC)	gr/cm <sup>3</sup>	1.8143 gr/cm <sup>3</sup>	1.8157 gr/cm <sup>3</sup>	1.8164 gr/cm <sup>3</sup>	-
6	Peso Unitario Compacto Seco Final (PUC)	gr/cm <sup>3</sup>	1.8155 gr/cm <sup>3</sup>			-
7	Peso Unitario Compacto Seco Final (PUC)	Kg/m <sup>3</sup>	1,815.46 kg/m <sup>3</sup>			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El volumen y peso del recipiente usado fueron determinados por el laboratorio (Corresponde a datos calibrados).
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.017
- El ensayo es aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas indicadas en las normas.
- El Peso Unitario Compacto del Agregado Fino (Arena Gruesa) es ; 1815.46 kg/m<sup>3</sup>
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 400.017

**A2.10 - PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Volumen del Recipiente calibrado (cm <sup>3</sup> ):	14,412.12 cm <sup>3</sup>	<b>Referencias Normativas:</b> NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Peso del Recipiente calibrado (gr):	8,280.00 gr	
Desviación estándar máxima	14.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>Formulación Básica</b>  $PUC = \frac{G-T}{V}$ W = Peso unitario del agregado en kg/m <sup>3</sup> G = Peso del recipiente más el agregado en kg T = Peso del recipiente de medida en kg V = Volumen del recipiente de medida en m <sup>3</sup>
Desviación Estándar Del ensayo	2.58 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	
Diferencia Máxima En el Ensayo	40.00 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación del ensayo	5.13 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	

**PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso seco del Agregado Grueso + Recipiente (G)	gr	30,012.00 gr	30,043.00 gr	29,969.00 gr	-
2	Peso del Recipiente (T)	gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	-
3	Peso del Agregado Grueso (W)	gr	21,732.00	21,763.00	21,689.00	-
4	Volumen Calibrado del Recipiente (V)	cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	14,412.12 cm <sup>3</sup>	-
5	Peso Unitario Compacto Seco (PUC)	gr/cm <sup>3</sup>	1.51 gr/cm <sup>3</sup>	1.51 gr/cm <sup>3</sup>	1.50 gr/cm <sup>3</sup>	-
6	Peso Unitario Compacto Seco Final (PUC)	gr/cm <sup>3</sup>	1.51 gr/cm <sup>3</sup>			-
7	Peso Unitario Compacto Seco Final (PUC)	Kg/m <sup>3</sup>	1,507.62 kg/m <sup>3</sup>			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El volumen y peso del recipiente utilizado fueron determinados por el laboratorio (Corresponde a datos calibrados).
- El ensayo cumple con los requerimientos normativos indicados en NTP 400.017
- El ensayo es aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas indicadas en las normas.
- El Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso (Piedra Triturada) es de: 1507.62 kg/m<sup>3</sup>
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 400.017

**A2.11 - PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Volumen del Recipiente calibrado (cm³):	14,412.12 cm³	<b>Referencias Normativas:</b> NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Peso del Recipiente calibrado (gr):	8,280.00 gr	
Desviación estándar máxima	14.00 kg/m³	<b>Formulación Básica</b>  $PUC = \frac{G-T}{V}$ W = Peso unitario del agregado en kg/m³ G = Peso del recipiente más el agregado en kg T = Peso del recipiente de medida en kg V = Volumen del recipiente de medida en m³
Desviación Estándar Del ensayo	1.18 kg/m³	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	
Diferencia Máxima En el Ensayo	40.00 kg/m³	
Verificación del ensayo	2.36 kg/m³	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	

**PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC)**

Nº	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso seco del Agregado Grueso + Recipiente (G)	gr	31,556.00 gr	31,522.00 gr	31,540.00 gr	-
2	Peso del Recipiente (T)	gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	-
3	Peso del Agregado Grueso (W)	gr	23,276.00	23,242.00	23,260.00	-
4	Volumen Calibrado del Recipiente (V)	cm³	14,412.12 cm³	14,412.12 cm³	14,412.12 cm³	-
5	Peso Unitario Compacto Seco (PUC)	gr/cm³	1.62 gr/cm³	1.61 gr/cm³	1.61 gr/cm³	-
6	Peso Unitario Compacto Seco Final (PUC)	gr/cm³	1.61 gr/cm³			-
7	Peso Unitario Compacto Seco Final (PUC)	Kg/m³	1,613.87 kg/m³			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El volumen y peso del recipiente utilizado fueron determinados por el laboratorio (Corresponde a datos calibrados).
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.017
- El ensayo se considera aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas.
- El Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso (Piedra Grava) es: 1613.87 kg/m³
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.017

**A2.12 - PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC)  
(HORMIGON)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Hormigon
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 12/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Volumen del Recipiente calibrado (cm³):	14,412.12 cm³	<b>Referencias Normativas:</b> NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Peso del Recipiente calibrado (gr):	8,280.00 gr	
Desviación estándar máxima	14.00 kg/m³	<b>Formulación Básica</b>  $PUC = \frac{G-T}{V}$ W = Peso unitario del agregado en kg/m³ G = Peso del recipiente más el agregado en kg T = Peso del recipiente de medida en kg V = Volumen del recipiente de medida en m³
Desviación Estándar Del ensayo	1.08 kg/m³	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	
Diferencia Máxima En el Ensayo	40.00 kg/m³	
Verificación del ensayo	2.15 kg/m³	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	

**PESO UNITARIO COMPACTO SECO (PUC)**

Nº	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso seco del Agregado Fino + Recipiente (G)	gr	36,616.00 gr	36,634.00 gr	36,603.00 gr	-
2	Peso del Recipiente (T)	gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	8,280.00 gr	-
3	Peso del Agregado Fino (W)	gr	28,336.00 gr	28,354.00 gr	28,323.00 gr	-
4	Volumen Calibrado del Recipiente (V)	cm³	14,412.12 cm³	14,412.12 cm³	14,412.12 cm³	-
5	Peso Unitario Compacto Seco (PUC)	gr/cm³	1.966 gr/cm³	1.967 gr/cm³	1.965 gr/cm³	-
6	Peso Unitario Compacto Seco Final (PUC)	gr/cm³	1.9662 gr/cm³			-
7	Peso Unitario Compacto Seco Final (PUC)	Kg/m³	1,966.24 kg/m³			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El volumen y peso del recipiente utilizado fueron determinados por el laboratorio (Datos calibrados en laboratorio).
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.017
- El ensayo es considerado aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas.
- El Peso Unitario Compacto del Agregado Fino (Arena Gruesa) es; 1966.24 kg/m³
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.017

**A2.13 - PESO ESPECIFICO (Pem)  
(AGREGADO FINO - ARENA GRUESA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Arena Gruesa
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vico - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Peso Especifico del Agua ( $\gamma_{H_2O}$ )	1.00 gr/cm <sup>3</sup>	<b>Formulación Básica (Pem = Peso específico de muestra, gr/cm<sup>3</sup>)</b>  $P_{em} = \left( \frac{W_o}{W_1 + W_{sss} - W_2} \right) \gamma_{H_2O}$	Wo = Peso de la muestra secada en el horno, gr W <sub>sss</sub> = Peso de muestra saturada superficial seca, gr W <sub>1</sub> = Peso del picnómetro + agua * W <sub>2</sub> = Peso del picnómetro + agua + muestra * $\gamma_{H_2O}$ = Densidad del Agua, gr/cm <sup>3</sup> * El peso respectivo se hará hasta la línea de aforo del recipiente.
(Mantener a una temperatura de 23 ± 2 °C para cada medición)			
Desviación estándar máxima	9.50 kg/m <sup>3</sup>		
Desviación Estándar Del ensayo	4.84 kg/m <sup>3</sup>		
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!		
<b>Referencias Normativas:</b>			
- NTP 400.022: Peso Especifico y absorción del agregado Fino.			
- MTC E 205 Gravedad Especifica Y Absorción De Agregados Finos			
		Formulación basada en desplazamiento de solidos.	

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (Pem)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso de la Muestra Seca al Horno (Wo)	gr	495.00 gr	494.00 gr	495.00 gr	-
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (W <sub>sss</sub> )	gr	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr	-
3	Peso del Picnómetro + Agua (W <sub>1</sub> )	gr	674.00 gr	674.00 gr	674.00 gr	-
4	Peso del Picnómetro + Agua + muestra (W <sub>2</sub> )	gr	983.00 gr	984.00 gr	983.00 gr	-
5	Peso Especifico del Agua ( $\gamma_{H_2O}$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.00 gr/cm <sup>3</sup>	1.00 gr/cm <sup>3</sup>	1.00 gr/cm <sup>3</sup>	-
6	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.59 gr/cm <sup>3</sup>	2.60 gr/cm <sup>3</sup>	2.59 gr/cm <sup>3</sup>	-
7	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.5944 gr/cm <sup>3</sup>			-
8	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	Kg/m <sup>3</sup>	2,594.42 kg/m <sup>3</sup>			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- Se hizo uso de un picnómetro calibrado por el laboratorio para el ensayo.
- El ensayo cumple con los requerimientos normativos indicados en NTP 400.022
- El ensayo es aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas indicadas en las normas.
- El Peso Especifico del Agregado Fino (Arena Gruesa) es de; 2594.42 kg/m<sup>3</sup>
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 400.022

**A2.14 - PESO ESPECIFICO (Pem)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Peso Mínimo de la Muestra a Ensayar				Formulación Básica	
Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	$P_{em} = \left( \frac{W_o}{W_{sss} - W_s} \right)$	Pem = Peso específico de muestra, gr/cm <sup>3</sup> Wo = Peso de la muestra secada en el horno, gr Wsss = Peso de muestra saturada superf. seca, gr Ws = Peso de la Muestra Sumergida, gr Wsc = Peso de la Muestra Sumergida y Canastilla, gr Wc = Peso de la canastilla, gr
1/2"	2.00 kg	3"	18.00 kg		
3/4"	3.00 kg	3 1/2"	25.00 kg		
1"	4.00 kg	4"	40.00 kg		
1 1/2"	5.00 kg	4 1/2"	50.00 kg		
2"	8.00 kg	5"	75.00 kg		
2 1/2"	12.00 kg	6"	125.00 kg		

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (Pem)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso de la Muestra Seca al Horno (Wo)	gr	2,067.00 gr	2,072.00 gr	2,063.00 gr	-
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (Wsss)	gr	2,091.00 gr	2,096.00 gr	2,086.00 gr	-
3	Peso de la Muestra Sumergida + Canastilla (Wsc)	gr	2,138.00 gr	2,142.00 gr	2,133.00 gr	-
4	Peso de la canastilla (Wc)	gr	967.00 gr	967.00 gr	967.00 gr	-
5	Peso de la Muestra Sumergida (Ws)	gr	1,171.00 gr	1,175.00 gr	1,166.00 gr	-
6	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.25 gr/cm <sup>3</sup>	2.25 gr/cm <sup>3</sup>	2.24 gr/cm <sup>3</sup>	-
7	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.2463 gr/cm <sup>3</sup>			-
8	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	Kg/m <sup>3</sup>	2,246.29 kg/m <sup>3</sup>			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El equipo utilizado fue calibrado en pesos y dimensiones por el propio laboratorio.
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.021
- El Peso Especifico del Agregado Grueso (Piedra Tritura) es de; 2246.29 kg/m<sup>3</sup>
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 400.021

**A2.15 - PESO ESPECIFICO (Pem)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vico - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Peso Mínimo de la Muestra a Ensayar				Formulación Básica	
Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	$P_{em} = \left( \frac{W_o}{W_{sss} - W_s} \right)$	Pem = Peso específico de muestra, gr/cm <sup>3</sup> Wo = Peso de la muestra secada en el horno, gr Wsss = Peso de muestra saturada superf. seca, gr Ws = Peso de la Muestra Sumergida, gr Wsc = Peso de la Muestra Sumergida y Canastilla, gr Wc = Peso de la canastilla, gr
1/2"	2.00 kg	3"	18.00 kg		
3/4"	3.00 kg	3 1/2"	25.00 kg		
1"	4.00 kg	4"	40.00 kg		
1 1/2"	5.00 kg	4 1/2"	50.00 kg		
2"	8.00 kg	5"	75.00 kg		
2 1/2"	12.00 kg	6"	125.00 kg		

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (Pem)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso de la Muestra Seca al Horno (Wo)	gr	2,351.00 gr	2,344.00 gr	2,362.00 gr	-
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (Wsss)	gr	2,387.00 gr	2,380.00 gr	2,398.00 gr	-
3	Peso de la Muestra Sumergida + Canastilla (Wsc)	gr	2,323.00 gr	2,316.00 gr	2,334.00 gr	-
4	Peso de la canastilla (Wc)	gr	967.00 gr	967.00 gr	967.00 gr	-
5	Peso de la Muestra Sumergida (Ws)	gr	1,356.00 gr	1,349.00 gr	1,367.00 gr	-
6	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.28 gr/cm <sup>3</sup>	2.27 gr/cm <sup>3</sup>	2.29 gr/cm <sup>3</sup>	-
7	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.2816 gr/cm <sup>3</sup>			-
8	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	Kg/m <sup>3</sup>	2,281.60 kg/m <sup>3</sup>			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El equipo usado fue calibrado en pesos y dimensiones por el laboratorio.
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.021
- El Peso Especifico del Agregado Grueso (Piedra Grava) es; 2281.6 kg/m<sup>3</sup>
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.021

**A2.16 - PESO ESPECIFICO (Pem)  
(HORMIGON - PARTE FINA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Hormigon
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Peso Especifico del Agua ( $\gamma_{H_2O}$ )	1.00 gr/cm <sup>3</sup>	<b>Formulación Básica (Pem = Peso específico de muestra, gr/cm<sup>3</sup>)</b>
(Mantener a una temperatura de 23 ± 2 °C para cada medición)		
Desviación estándar máxima	9.50 kg/m <sup>3</sup>	
Desviación Estándar Del ensayo	4.82 kg/m <sup>3</sup>	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!	
<b>Referencias Normativas:</b>		$P_{em} = \left( \frac{W_o}{W_1 + W_{sss} - W_2} \right) \gamma_{H_2O}$
- NTP 400.022: Peso Especifico y absorción del agregado Fino. - MTC E 205 Gravedad Especifica Y Absorción De Agregados Finos		
		Wo = Peso de la muestra secada en el horno, gr W <sub>sss</sub> = Peso de muestra saturada superficial seca, gr W1 = Peso del picnometro + agua * W2 = Peso del picnometro + agua + muestra * $\gamma_{H_2O}$ = Densidad del Agua, gr/cm <sup>3</sup> * El peso respectivo se hará hasta la línea de aforo del recipiente.
		Formulación basada en desplazamiento de solidos.

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (Pem)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso de la Muestra Seca al Horno (Wo)	gr	494.00 gr	493.00 gr	494.00 gr	-
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (W <sub>sss</sub> )	gr	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr	-
3	Peso del Picnometro + Agua (W1)	gr	673.00 gr	673.00 gr	673.00 gr	-
4	Peso del Picnometro + Agua + muestra (W2)	gr	982.00 gr	983.00 gr	982.00 gr	-
5	Peso Especifico del Agua ( $\gamma_{H_2O}$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.00 gr/cm <sup>3</sup>	1.00 gr/cm <sup>3</sup>	1.00 gr/cm <sup>3</sup>	-
6	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.586 gr/cm <sup>3</sup>	2.595 gr/cm <sup>3</sup>	2.586 gr/cm <sup>3</sup>	-
7	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.5892 gr/cm <sup>3</sup>			-
8	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	Kg/m <sup>3</sup>	2,589.17 kg/m <sup>3</sup>			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- Se hizo uso en la prueba un picnometro calibrado por el laboratorio.
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.022
- El ensayo es considerado aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas normadas.
- El Peso Especifico del Hormigon - Agregado Fino (Arena Gruesa) es; 2589.17 kg/m<sup>3</sup>
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.022

**A2.16 - PESO ESPECIFICO (Pem)  
(HORMIGON - PARTE GRUESA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Hormigon
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Peso Mínimo de la Muestra a Ensayar				Formulación Básica	
Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	$P_{em} = \left( \frac{W_o}{W_{sss} - W_s} \right)$	Pem = Peso específico de muestra, gr/cm <sup>3</sup> Wo = Peso de la muestra secada en el horno, gr W <sub>sss</sub> = Peso de muestra saturada superf. seca, gr W <sub>s</sub> = Peso de la Muestra Sumergida, gr W <sub>sc</sub> = Peso de la Muestra Sumergida y Canastilla, gr W <sub>c</sub> = Peso de la canastilla, gr
1/2"	2.00 kg	3"	18.00 kg		
3/4"	3.00 kg	3 1/2"	25.00 kg		
1"	4.00 kg	4"	40.00 kg		
1 1/2"	5.00 kg	4 1/2"	50.00 kg		
2"	8.00 kg	5"	75.00 kg		
2 1/2"	12.00 kg	6"	125.00 kg		

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (Pem)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso de la Muestra Seca al Horno (Wo)	gr	2,639.00 gr	2,617.00 gr	2,663.00 gr	-
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (W <sub>sss</sub> )	gr	2,687.00 gr	2,665.00 gr	2,711.00 gr	-
3	Peso de la Muestra Sumergida + Canastilla (W <sub>sc</sub> )	gr	2,513.00 gr	2,490.00 gr	2,536.00 gr	-
4	Peso de la canastilla (W <sub>c</sub> )	gr	967.00 gr	967.00 gr	967.00 gr	-
5	Peso de la Muestra Sumergida (W <sub>s</sub> )	gr	1,546.00 gr	1,523.00 gr	1,569.00 gr	-
6	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.31 gr/cm <sup>3</sup>	2.29 gr/cm <sup>3</sup>	2.33 gr/cm <sup>3</sup>	-
7	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	gr/cm <sup>3</sup>	2.31 gr/cm <sup>3</sup>			-
8	Peso Especifico del la Muestra (Pem)	Kg/m <sup>3</sup>	2,312.12 kg/m <sup>3</sup>			-

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El equipo utilizado para el ensayo fue calibrado en pesos y dimensiones por el laboratorio.
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.021
- El Peso Especifico del Agregado Grueso del Hormigon (Piedra Grava) es; 2312.12 kg/m<sup>3</sup>
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.021

**A2.16 - PESO ESPECIFICO (Pem)  
(AGREGADO HORMIGON)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Hormigon 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Datos y Calculos		Formulación Básica
Peso Especifico Relativo de la muestra N°01 - Arena Gruesa.....	2,589.17 kg/m³	Peso específico promedio de la muestra:
Peso Especifico Relativo de la muestra N°02 - Piedra Grava.....	2,312.12 kg/m³	
Peso de la muestra N°01 - Arena Gruesa.....	1.17 kg	$P_{em} = \left( \frac{1}{\frac{P_1}{100P_{em_1}} + \frac{P_2}{100P_{em_2}}} \right)$
Peso de la muestra N°02 - Piedra Grava.....	1.70 kg	
% En Peso de la muestra N°01 - Arena Gruesa.....	40.74 %	Pem = Peso específico de muestra, gr/cm³
% En Peso de la muestra N°02 - Piedra Grava.....	59.26 %	Pem1,2 = Peso específico Muestra Parte 01 y 02, gr/cm³
Peso Especifico del Hormigon.....	2,417.51 kg/m³	P1,2 = Porcentaje de Peso de la Muestra 01 y 02.

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El equipo utilizado en el ensayo fue calibrado en pesos y dimensiones por el laboratorio.
- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.021
- El Peso Especifico del Agregado Grueso (Piedra Tritura) es; 2417.51 kg/m³
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.021

**A2.17 - ABSORCIÓN (Abs)  
(AGREGADO FINO - ARENA GRUESA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Arena Gruesa
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Desviación estándar máxima	0.11 %	$Abs = \left( \frac{W_1 - W_2}{W_0} \right)$	<b>Formulación Básica</b>	
Desviación Estándar Del ensayo	0.00 %		Abs = Absorción de la Muestra, %	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!		W <sub>0</sub> = Peso de la muestra secada en el horno, gr	
Diferencia Máxima En el Ensayo	0.31 %		W <sub>1</sub> = Peso del recipiente + Peso Muestra SSS, gr	
Verificación del ensayo	0.00 %		W <sub>2</sub> = Peso del recipiente + Peso muestra seca, gr	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	* SSS (Saturado Superficialmente Seco)		
<b>Referencias Normativas:</b>				
- NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino.			- MTC E 205 Gravedad Específica Y Absorción De Agregados Finos	

**ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (Abs)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso Húmedo (SSS) + Recipiente	gr	562.00 gr	563.00 gr	562.00 gr	-
2	Peso Seco + Recipiente	gr	553.00 gr	554.00 gr	553.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	62.00 gr	62.00 gr	62.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	9.00 gr	9.00 gr	9.00 gr	-
5	Peso de los Sólidos	gr	491.00 gr	492.00 gr	491.00 gr	-
6	Humedad de Absorción	%	1.83 %	1.83 %	1.83 %	-
7	Porcentaje de Absorción	%	1.83 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.022
- El Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa) es de: 1.83 %
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 400.022

**A2.18 ABSORCIÓN - (Abs)**  
**(AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Peso Mínimo de la Muestra a Ensayar				Formulación Básica	
Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	$Abs = \left( \frac{W1 - W2}{W0} \right)$	Abs = Absorción de la Muestra, % W0 = Peso de la muestra secada en el horno, gr W1 = Peso del recipiente + Peso Muestra SSS, gr W2 = Peso del recipiente + Peso muestra seca, gr * SSS (Saturado Superficialmente Seco)
1/2"	2.00 kg	3"	18.00 kg		
3/4"	3.00 kg	3 1/2"	25.00 kg		
1"	4.00 kg	4"	40.00 kg		
1 1/2"	5.00 kg	4 1/2"	50.00 kg		
2"	8.00 kg	5"	75.00 kg		
2 1/2"	12.00 kg	6"	125.00 kg		

**% ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (Abs)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso Húmedo (SSS) + Recipiente	gr	2,539.00 gr	2,555.00 gr	2,568.00 gr	-
2	Peso Seco + Recipiente	gr	2,512.00 gr	2,527.00 gr	2,543.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	420.00 gr	420.00 gr	420.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	27.00 gr	28.00 gr	25.00 gr	-
5	Peso de los Sólidos	gr	2,092.00 gr	2,107.00 gr	2,123.00 gr	-
6	Humedad de Absorción	%	1.29 %	1.33 %	1.18 %	-
7	Porcentaje de Absorción	%	1.27 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.021
- El Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Chancada) es de; 1.27 %
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 400.021

**A2.19 - ABSORCIÓN (Abs)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Peso Mínimo de la Muestra a Ensayar				Formulación Básica	
Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	$Abs = \left( \frac{W_1 - W_2}{W_0} \right)$	Abs = Absorción de la Muestra, % W <sub>0</sub> = Peso de la muestra secada en el horno, gr W <sub>1</sub> = Peso del recipiente + Peso Muestra SSS, gr W <sub>2</sub> = Peso del recipiente + Peso muestra seca, gr * SSS (Saturado Superficialmente Seco)
1/2"	2.00 kg	3"	18.00 kg		
3/4"	3.00 kg	3 1/2"	25.00 kg		
1"	4.00 kg	4"	40.00 kg		
1 1/2"	5.00 kg	4 1/2"	50.00 kg		
2"	8.00 kg	5"	75.00 kg		
2 1/2"	12.00 kg	6"	125.00 kg		

**% ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (Abs)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso Húmedo (SSS) + Recipiente	gr	2,807.00 gr	2,837.00 gr	2,775.00 gr	-
2	Peso Seco + Recipiente	gr	2,771.00 gr	2,800.00 gr	2,739.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	420.00 gr	420.00 gr	420.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	36.00 gr	37.00 gr	36.00 gr	-
5	Peso de los Sólidos	gr	2,351.00 gr	2,380.00 gr	2,319.00 gr	-
6	Humedad de Absorción	%	1.53 %	1.55 %	1.55 %	-
7	Porcentaje de Absorción	%	1.54 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.021
- El Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Grava) es; 1.54 %
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.021

**A2.20 - ABSORCIÓN (Abs)  
(HORMIGON - PARTE FINA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Hormigon
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Desviación estándar máxima	0.11 %	$Abs = \left( \frac{W_1 - W_2}{W_0} \right)$	<b>Formulación Básica</b>	
Desviación Estándar Del ensayo	0.00 %		Abs = Absorción de la Muestra, %	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!		Wo = Peso de la muestra secada en el horno, gr	
Diferencia Máxima En el Ensayo	0.31 %		W1 = Peso del recipiente + Peso Muestra SSS, gr	
Verificación del ensayo	0.00 %		W2 = Peso del recipiente + Peso muestra seca, gr	
Verificación de Diferencia máxima	Ok!!	* SSS (Saturado Superficialmente Seco)		
<b>Referencias Normativas:</b>				
- NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino.		- MTC E 205 Gravedad Específica Y Absorción De Agregados Finos		

**ABSORCION DEL AGREGADO FINO (Abs)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso Húmedo (SSS) + Recipiente	gr	560.00 gr	560.00 gr	560.00 gr	-
2	Peso Seco + Recipiente	gr	551.00 gr	551.00 gr	551.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	60.00 gr	60.00 gr	60.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	9.00 gr	9.00 gr	9.00 gr	-
5	Peso de los Solidos	gr	491.00 gr	491.00 gr	491.00 gr	-
6	Humedad de Absorción	%	1.83 %	1.83 %	1.83 %	-
7	Porcentaje de Absorción	%	1.83 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.022
- El Porcentaje de Absorción del Agregado Fino del Hormigon (Arena Gruesa) es; 1.83 %
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.022

**A2.20 - ABSORCIÓN (Abs)  
(HORMIGÓN - PARTE GRUESA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Hormigon
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Peso Mínimo de la Muestra a Ensayar				Formulación Básica	
Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	Tamaño Máximo nominal	Peso Mínimo (kg)	$Abs = \left( \frac{W1 - W2}{W0} \right)$	Abs = Absorción de la Muestra, % W0 = Peso de la muestra secada en el horno, gr W1 = Peso del recipiente + Peso Muestra SSS, gr W2 = Peso del recipiente + Peso muestra seca, gr * SSS (Saturado Superficialmente Seco)
1/2"	2.00 kg	3"	18.00 kg		
3/4"	3.00 kg	3 1/2"	25.00 kg		
1"	4.00 kg	4"	40.00 kg		
1 1/2"	5.00 kg	4 1/2"	50.00 kg		
2"	8.00 kg	5"	75.00 kg		
2 1/2"	12.00 kg	6"	125.00 kg		

**% ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (Abs)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Peso Húmedo (SSS) + Recipiente	gr	3,107.00 gr	3,128.00 gr	3,088.00 gr	-
2	Peso Seco + Recipiente	gr	3,059.00 gr	3,080.00 gr	3,040.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	420.00 gr	420.00 gr	420.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	48.00 gr	48.00 gr	48.00 gr	-
5	Peso de los Sólidos	gr	2,639.00 gr	2,660.00 gr	2,620.00 gr	-
6	Humedad de Absorción	%	1.82 %	1.80 %	1.83 %	-
7	Porcentaje de Absorción	%	1.82 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 400.021
- El Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Chancada) es: 1.82 %
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 400.021

**A2.21 - CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)  
(AGREGADO FINO - ARENA GRUESA)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Arena Gruesa
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Desviación estándar máxima	0.28 %	$\% W = \left( \frac{W_1 - W_0}{W_0} \right) \times 100$	<b>Formulación Básica</b>	
Desviación Estándar Del ensayo	0.04 %		% W = porcentaje de Humedad, %	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!		Wo = Masa de la muestra seca en gramo, gr	
Diferencia Máxima En el Ensayo	0.79 %		W1 = Masa de la muestra húmeda original, gr	
Diferencia Real En el Ensayo	0.07 %		Nota: Se deberá calcular el contenido de humedad al realizar la muestra de prueba.	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!			

**Referencias Normativas:**

- NTP 339.185: Método de Ensayo Normalizado Para Contenido de Humedad Total Evaporable de Agregados Por Secado.
- MTC E 215. Mébdo De Ensayo Para Contenido De Humedad Total De Los Agregados Por Secado.

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (%W)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Masa de la muestra húmeda original + Recipiente, (W1)	gr	698.00 gr	685.00 gr	702.00 gr	-
2	Masa de la muestra seca en gramo + Recipiente, (Wo)	gr	670.00 gr	658.00 gr	674.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	60.00 gr	60.00 gr	60.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	28.00 gr	27.00 gr	28.00 gr	-
5	Peso de los Solidos	gr	610.00 gr	598.00 gr	614.00 gr	-
6	Humedad de la muestra	%	4.59 %	4.52 %	4.56 %	-
7	Contenido de Humedad	%	4.56 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 339.185
- El ensayo es aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas indicadas en las normas.
- El Contenido de Humedad Del Agregado Fino (Arena Gruesa) es de; 4.56 %
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 339.185

**A2.22 - CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA TRITURADA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Desviación estándar máxima	0.28 %	$\% W = \left( \frac{W_1 - W_0}{W_0} \right) \times 100$	<b>Formulación Básica</b>	
Desviación Estándar Del ensayo	0.04 %		% W = porcentaje de Humedad, %	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!		W <sub>0</sub> = Masa de la muestra seca en gramo, gr	
Diferencia Máxima En el Ensayo	0.79 %		W <sub>1</sub> = Masa de la muestra húmeda original, gr	
Diferencia Real En el Ensayo	0.07 %		Nota: Se deberá calcular el contenido de humedad al realizar la muestra de prueba.	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!			

**Referencias Normativas:**

- NTP 339.185: Método de Ensayo Normalizado Para Contenido de Humedad Total Evaporable de Agregados Por Secado.
- MTC E 215. Mébdo De Ensayo Para Contenido De Humedad Total De Los Agregados Por Secado.

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO (%W)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Masa de la muestra húmeda original + Recipiente, (W1)	gr	1,002.00 gr	948.00 gr	968.00 gr	-
2	Masa de la muestra seca en gramo + Recipiente, (W <sub>0</sub> )	gr	985.00 gr	932.00 gr	951.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	62.00 gr	62.00 gr	62.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	17.00 gr	16.00 gr	17.00 gr	-
5	Peso de los Solidos	gr	923.00 gr	870.00 gr	889.00 gr	-
6	Humedad de la muestra	%	1.84 %	1.84 %	1.91 %	-
7	Contenido de Humedad	%	1.86 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 339.185
- El ensayo es aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones y diferencias máximas indicadas en las normas.
- El Contenido de Humedad Del Agregado grueso (Piedra Triturada) es de; 1.86 %
- Ensayo, cálculos y texto referenciado en base a lo indicado en la NTP 339.185

**A2.23 - CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)  
(AGREGADO GRUESO - PIEDRA GRAVA 1/2")**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Piedra Triturada 1/2"
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Desviación estándar máxima	0.28 %	$\% W = \left( \frac{W_1 - W_0}{W_0} \right) \times 100$	<b>Formulación Básica</b>	
Desviación Estándar Del ensayo	0.07 %		% W = porcentaje de Humedad, %	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!		Wo = Masa de la muestra seca en gramo, gr	
Diferencia Máxima En el Ensayo	0.79 %		W1 = Masa de la muestra húmeda original, gr	
Diferencia Real En el Ensayo	0.13 %		Nota: Se deberá calcular el contenido de humedad al realizar la muestra de prueba.	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!			

**Referencias Normativas:**

- NTP 339.185: Método de Ensayo Normalizado Para Contenido de Humedad Total Evaporable de Agregados Por Secado.
- MTC E 215. Mébdo De Ensayo Para Contenido De Humedad Total De Los Agregados Por Secado.

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO (%W)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Masa de la muestra húmeda original + Recipiente, (W1)	gr	872.00 gr	865.00 gr	882.00 gr	-
2	Masa de la muestra seca en gramo + Recipiente, (Wo)	gr	870.00 gr	864.00 gr	880.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	60.00 gr	60.00 gr	60.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	2.00 gr	1.00 gr	2.00 gr	-
5	Peso de los Solidos	gr	810.00 gr	804.00 gr	820.00 gr	-
6	Humedad de la muestra	%	0.25 %	0.12 %	0.24 %	-
7	Contenido de Humedad	%	0.20 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 339.185
- El ensayo se considera aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones ni diferencias máximas normadas.
- El Contenido de Humedad Del Agregado grueso (Piedra Grava) es; 0.2 %
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 339.185

**A2.24 - CONTENIDO DE HUMEDAD (% W)  
(HORMIGON)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Material: Hormigon
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 13/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Desviación estándar máxima	0.28 %	$\% W = \left( \frac{W_1 - W_0}{W_0} \right) \times 100$	<b>Formulación Básica</b>	
Desviación Estándar Del ensayo	0.04 %		% W = porcentaje de Humedad, %	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!		Wo = Masa de la muestra seca en gramo, gr	
Diferencia Máxima En el Ensayo	0.79 %		W1 = Masa de la muestra húmeda original, gr	
Diferencia Real En el Ensayo	0.08 %		Nota: Se deberá calcular el contenido de humedad al realizar la muestra de prueba.	
Verificación de Desviación Estándar Máxima	Ok!!			

**Referencias Normativas:**

- NTP 339.185: Método de Ensayo Normalizado Para Contenido de Humedad Total Evaporable de Agregados Por Secado.
- MTC E 215. Mébdo De Ensayo Para Contenido De Humedad Total De Los Agregados Por Secado.

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (%W)**

N°	Muestra	Unidad	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
1	Masa de la muestra húmeda original + Recipiente, (W1)	gr	1,107.00 gr	1,132.00 gr	1,085.00 gr	-
2	Masa de la muestra seca en gramo + Recipiente, (Wo)	gr	1,088.00 gr	1,113.00 gr	1,066.00 gr	-
3	Peso del Recipiente	gr	68.00 gr	68.00 gr	68.00 gr	-
4	Peso del Agua	gr	19.00 gr	19.00 gr	19.00 gr	-
5	Peso de los Solidos	gr	1,020.00 gr	1,045.00 gr	998.00 gr	-
6	Humedad de la muestra	%	1.86 %	1.82 %	1.90 %	-
7	Contenido de Humedad	%	1.86 %			

**CONCLUSIONES DEL ENSAYO**

- El ensayo cumple con los requerimientos normados en NTP 339.185
- El ensayo es considerado aceptable ya que no sobrepasa las desviaciones ni diferencias máximas normadas.
- El Contenido de Humedad Del Agregado Hormigon es; 1.86 %
- Ensayo, texto y cálculos referenciado en base a lo indicado en las NTP 339.185

## **DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO**

En este anexo se presentan los diseños de mezclas realizados para cada tipo de concreto, teniendo como base, el diseño del concreto patrón (Tipo 01 - Piedra Triturada de ½”), se presentan los diseños correspondientes.

A3.1 - DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI PARA CONCRETO TIPO 01 – CON PIEDRA TRITURADA DE ½”.

A3.2 - DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI PARA CONCRETO TIPO 02 – CON PIEDRA GRAVA DE ½”.

A3.3 - DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI PARA CONCRETO TIPO 03 – CON HORMIGÓN.

A3.4 - RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA.

**A3.1 - DISEÑO DE MEZCLA METODO ACI - F'C= 210 Kg/cm², PIEDRA TRITURADA**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Resistencia fc :210 kg/cm²
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Diseño: 19/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**1. DATOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO**

Datos Básicos De Diseño - Concreto		Datos Básicos De Diseño - Cemento y Agua	
Tipo de Obra:	Columnas	Tipo de cemento:	Andino Tipo I
Resistencia Requerida:	210 kg/cm²	Peso específico del cemento:	3.12 gr/cm³
Característica del concreto con/sin aire incorp.:	Sin aire incorp	Peso específico del agua:	1,000.00 kg/m³
Slump requerido:	4.00 "	Peso por bolsa de cemento:	42.50 kg

Datos Básicos De Diseño - Agregado Fino		Datos Básicos De Diseño - Agregado Grueso	
Perfil del agregado fino:	-	Perfil del agregado grueso:	Angular
Peso unitario suelto del agregado fino:	1,672.76 kg/m³	Peso unitario suelto del agregado grueso:	1,296.15 kg/m³
Peso unitario compacto del agregado fino:	1,815.46 kg/m³	Peso unitario compacto del agregado grueso:	1,507.62 kg/m³
Peso específico del agregado fino :	2,594.42 kg/m³	Peso específico del agregado grueso :	2,246.29 kg/m³
Modulo de fineza del agregado fino:	3.69	Modulo de fineza del agregado grueso:	6.45
Tamaño máximo nominal del agregado fino:	-	Tamaño máximo nominal del agregado grueso:	1/2 "
Porcentaje de absorción (% Abs.):	1.83 %	Porcentaje de absorción (% Abs.):	1.27 %
Porcentaje de humedad del agregado fino (% w):	4.56 %	Porcentaje de humedad del agregado grueso (% w):	1.86 %

**2. DATOS DE APOYO**

2.1 Asentamiento Recomendados			2.2 Tamaño Máximo Nominal Recomendado
<b>Tipo De Estructura</b>	<b>Slump Máximo</b>	<b>Slump Mínimo</b>	Por características geométricas y condiciones de refuerzo de la estructura, El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor que: - 1/5 de la menor dimensión entre las caras del encofrado. - 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, brones o ductos de prefuerzo. - 1/3 del peralte de las losas. - Por razones de producción, transporte y colocación del concreto
Zapatas y muros de cimentación reforzado	3 "	1 "	
Cimentaciones simples y calzaduras	3 "	1 "	
Vigas y muros armados	4 "	1 "	
Columnas	4 "	2 "	
Muros y pavimentos	3 "	1 "	
Concreto ciclópeo	2 "	1 "	
Comentario: Para nuestro caso la elección del tipo de estructura y del Slump solo es referencial, ya que el diseño no está asociado a ningún tipo de de estructura.			

**3. CALCULO DE RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA F'cr**

Sin Registro De Datos De Resistencia			Resistencia Promedio Requería		
<b>F'c</b>	<b>→</b>	<b>F'cr</b>	<b>F'c</b>	<b>→</b>	<b>F'cr</b>
1). Menos De 210 kg/cm²	→	F'c + 70	- No Se Aplica El Item 01 !!!	→	-
2). 210 kg/cm² - 350 kg/cm²	→	F'c + 84	- Se Aplica El Item 02 !!!	→	294.00 kg/cm²
3). Mayor a 350 kg/cm²	→	F'c + 98	- No Se Aplica El Item 03!!!	→	-

- Método usado por tener menos de 15 datos estadísticos o ningún dato en el registro.

#### 4. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Cantidad De Aire Atrapado En Condiciones Normales				Elección del Contenido de aire			
Tamaño Máximo Nominal (plug - cm)		Aire Atrapado		Comentario: La tabla indica la cantidad de aire atrapado en condiciones normales, sin el uso de incorporadores de aire. Si se hace uso de incorporador de aire se debe de hacer uso de otras tabla para el diseño.			
3/8 "	-	0.95 cm	3.00 %				
1/2 "	-	1.27 cm	2.50 %				
3/4 "	-	1.91 cm	2.00 %				
1 "	-	2.54 cm	1.50 %				
1 1/2 "	-	3.81 cm	1.00 %				
2 "	-	5.08 cm	0.50 %				
3 "	-	7.62 cm	0.30 %				
6 "	-	15.24 cm	0.20 %				
				Tamaño máximo nominal del agregado grueso:	1/2 "		
				Tamaño máximo nominal del agregado grueso:	1.27 cm		
				Contenido de aire atrapado elegido	2.50 %		

#### 5. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA

##### 5.1. Concreto Sin Aire Incorporado

Asentamiento		Agua, en lts/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
		0.95 cm	1.27 cm	1.91 cm	2.54 cm	3.81 cm	5.08 cm	7.62 cm	15.24 cm
		3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Asentamiento	1.00 "	207	199	190	179	166	154	130	113
Asentamiento	2.00 "	207	199	190	179	166	154	130	113
Asentamiento	3.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124
Asentamiento	4.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124
Asentamiento	6.00 "	243	228	216	202	190	178	160	-
Asentamiento	7.00 "	243	228	216	202	190	178	160	-

##### Resumen de la Selección del Contenido de Agua

Asentamiento		Agua, en lts/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
		0.95 cm	1.27 cm	1.91 cm	2.54 cm	3.81 cm	5.08 cm	7.62 cm	15.24 cm
		3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Asentamiento	4.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124

- Tamaño máximo nominal del agregado grueso:..... 1/2 "
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso:..... 1.27 cm
- Slump requerido:..... 4.00 "
- Características del concreto..... Sin aire incorp
- Contenido de agua l/m<sup>3</sup>..... 216 lts/m<sup>3</sup>

### 6. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO DE DISEÑO POR PESO (a/c)

Relación agua-cemento de diseño en peso (lts/kg)			Calculo de la relación agua/cemento	
F'cr (28 Días)	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado		
150 kg/cm <sup>2</sup>	0.8	0.71	Características del concreto	→ Sin aire incorp
200 kg/cm <sup>2</sup>	0.7	0.61	Resistencia promedio requerida (F'cr)	→ 294 kg/cm <sup>2</sup>
250 kg/cm <sup>2</sup>	0.62	0.53	- Para F'cr de: 150 kg/cm <sup>2</sup> a 200 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
300 kg/cm <sup>2</sup>	0.55	0.46	- Para F'cr de: 200 kg/cm <sup>2</sup> a 250 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
350 kg/cm <sup>2</sup>	0.48	0.4	- Para F'cr de: 250 kg/cm <sup>2</sup> a 300 kg/cm <sup>2</sup>	→ 0.558
400 kg/cm <sup>2</sup>	0.43	-	- Para F'cr de: 300 kg/cm <sup>2</sup> a 350 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
450 kg/cm <sup>2</sup>	0.38	-	- Para F'cr de: 350 kg/cm <sup>2</sup> a 400 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
			- Para F'cr de: 400 kg/cm <sup>2</sup> a 450 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
			Relacion a/c buscado para (fcr = 294 kg/cm <sup>2</sup> )	0.558

### 7. CALCULO DEL CONTENIDO DEL CEMENTO

Datos Preliminares		Calculo del Contenido De Cemento	
- Contenido de agua en lts por 01 m <sup>3</sup>	216 lts/m <sup>3</sup>	Contenido del cemento por 01 m <sup>3</sup>	387.10 kg
- Relación agua cemento (a/c) para 01 m <sup>3</sup>	0.558 lts/kg	Factor Cemento (Fc)	9.11 bls

### 8. CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de finieza del fino.				Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por m <sup>3</sup>				
	3.2	3.4	3.6	3.8	-	3.2	3.4	3.6	3.8
	1/2 "	0.51	0.49	0.47	0.45	0.51	0.49	0.47	0.45
3/8 "	0.42	0.4	0.38	0.36	<b>Calculo Del Peso Del Agregado Grueso</b>				
1/2 "	0.51	0.49	0.47	0.45	Tamaño máximo nominal del agregado grueso:	1/2 "			
3/4 "	0.58	0.56	0.54	0.52	Modulo de finieza del agregado fino:	3.69			
1 "	0.63	0.61	0.59	0.57	- Vol. del agregado grueso seco y compactado (3.2 a 3.4)	-			
1 1/2 "	0.67	0.65	0.63	0.61	- Vol. del agregado grueso seco y compactado (3.4 a 3.6)	-			
2 "	0.7	0.68	0.66	0.64	- Vol. del agregado grueso seco y compactado (3.6 a 3.8)	0.46 m <sup>3</sup>			
3 "	0.74	0.72	0.7	0.68	Volumen del agregado grueso seco y compactado	0.46 m <sup>3</sup>			
6 "	0.79	0.77	0.75	0.73	Peso unitario compacto del agregado grueso:	1,507.62 kg/m <sup>3</sup>			
					Peso del agregado seco por m <sup>3</sup>	695.01 kg			

### 9. CALCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO

Datos Para El Calculo por m <sup>3</sup>		Calculo De Volumen Absoluto	
Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	2.50 %	Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	0.025 m <sup>3</sup>
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	216.00 lts	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.216 m <sup>3</sup>
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	387.10 kg	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	0.124 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	695.01 kg	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	0.309 m <sup>3</sup>
Comentario:		Volumen total absoluto	0.674 m <sup>3</sup>
		Volumen del agregado fino m <sup>3</sup>	0.326 m <sup>3</sup>

#### 10. CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO

Datos Para El Calculo		Calculo De Peso De Agregado Fino	
Volumen del agregado fino m <sup>3</sup>	0.326 m <sup>3</sup>	Peso del agregado fino:	845.78 kg
Peso especifico del agregado fino :	2,594.42 kg/m <sup>3</sup>		

#### 11. RESUMEN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Resumen Del Diseño Por m <sup>3</sup>		Comentario	
Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	2.50 %	- El peso de un metro cubico de concreto en kilos es de; 2143.89 Kg	
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	216.00 lts	- El peso de un metro cubico de concreto en toneladas es de; 2.14 tn	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	387.10 kg	- La relacion a/c del diseño es de; 0.558	
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	695.01 kg	- La cantidad de bolsas a usar por cubo es de; 9.11 Bolsas	
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	845.78 kg		

#### 12. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Datos Para La corrección		Corrección Por Humedad	
Cantidad del agregado grueso seco por m <sup>3</sup>	695.01 kg	Peso del agregado grueso por m <sup>3</sup> corregido	707.94 kg
Cantidad del agregado fino seco por m <sup>3</sup>	845.78 kg	Peso del agregado fino por m <sup>3</sup> corregido	884.35 kg
Formula Básica:		Comentario:	
	$\text{Peso Corregido} = \text{Peso seco} \times \left( \frac{w\%}{100} + 1 \right)$	- Recordar; el contenido de humedad es peso del agua/peso del agregado seco, multiplicado por 100, para llevarlo a porcentaje.	

#### 13. APORTE DEL AGUA A LA MEZCLA

Datos Para La corrección		Aporte De Agua	
Cantidad del agregado grueso seco por m <sup>3</sup>	695.01 kg	Aporte de humedad del agregado grueso:	4.10 lts
Cantidad del agregado fino seco por m <sup>3</sup>	845.78 kg	Aporte de humedad del agregado fino:	23.09 lts
Formula Básica:		Aporte de humedad de los agregados:	27.19 lts
	$\text{Aporte De Agua} = \text{Agregado Seco} \times \left( \frac{w\% - \%abs}{100} \right)$	Comentario:	
		- El signo (-) indica que se adicionara agua a la mezcla.	
		- El signo (+) indica que se quitara agua a la mezcla.	

#### 14. CALCULO DE AGUA EFECTIVA

Calculo del Agua Efectiva		Comentario	
Aporte de humedad de los agregados:	27.19 lts		
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	216.00 lts		
Agua para la mezcla Final	188.81 lts		
		Para la presente investigacion los agregados se encuentran embolsados hermeticamente, para garantizar la humedad calculada en los ensayos.	

#### 15. PROPORCIONAMIENTO POR m<sup>3</sup>

Dosificación en Peso Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto		Proporción en Peso en 01 m <sup>3</sup> de Concreto	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	387.10 kg	Cantidad de cemento (C)	1.00
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	707.94 kg	Cantidad del agregado grueso (P)	1.83
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	884.35 kg	Cantidad del agregado fino (A)	2.28
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	188.81 kg	Cantidad de agua (H <sub>2</sub> O)	0.49
Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	0.00 kg	C : A : P / H <sub>2</sub> O	→ 1 : 2.28 : 1.83 / 0.49

### 1. DATOS BÁSICOS PARA LA CORRECCIÓN DEL DISEÑO

Datos Básicos De Diseño - Agregado Fino		Datos Básicos De Diseño - Agregado Grueso	
Peso unitario suelto del agregado fino:	1,672.76 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto del agregado grueso:	1,296.15 kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción Agregado Fino (% Abs.):	1.83 %	Porcentaje de absorción Agregado Grueso (% Abs.):	1.27 %
Porcentaje de humedad del agregado fino (%w):	4.56 %	Porcentaje de humedad del agregado grueso (%w):	1.86 %
Asentamiento requerido en cm:	10.16 cm	Asentamiento requerido en pulgadas:	4.00 "

### 2. PROPORCIONAMIENTO INICIAL POR m<sup>3</sup>

Dosificación en Peso Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto - Seco		Dosificación en Peso Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto - Corregida Por Húmeda	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	387.10 kg	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	387.10 kg
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	695.01 kg	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	707.94 kg
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	845.78 kg	Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	884.35 kg
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	216.00 kg	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	188.81 kg

### 3. MUESTRA DE PRUEBA - CONSISTENCIA (SLUMP)

Ensayo de Prueba (Slump y Peso unitario)		Determinación del Nuevo Contenido de Agua	
Volumen preparado de prueba	0.050 m <sup>3</sup>	Peso de la tanda preparada 0.05 m <sup>3</sup>	107.34 kg
Peso unitario del concreto	2,395.95 kg/m <sup>3</sup>	Rendimiento de la tanda de ensayo (volumen real)	0.0448 m <sup>3</sup>
Asentamiento conseguido	10.11 cm	Agua de mezclado por tanda	9.73 lts
Agua adicionada a la prueba	8.37 lts	Agua de mezclado requerida por m <sup>3</sup>	217.18 lts
<b>Cantidad en peso usado por Tanda de 0.05 m<sup>3</sup></b>		Asentamiento requerido	10.16 cm
Cantidad de cemento por tanda	19.36 kg	Asentamiento conseguido en la prueba	10.11 cm
Cantidad del agregado grueso por tanda	35.40 kg	Diferencia de asentamiento	0.05 cm
Cantidad del agregado fino por tanda	44.22 kg	Diferencia de agua (corrección 2 lts por 1 cm)	0.10 lts
Cantidad de agua por tanda	8.37 lts	Agua de mezclado final por m <sup>3</sup>	217.28 lts

#### 4. DOSIFICACIÓN CORREGIDA

Dosificación Final Corregida		Dosificación en Peso Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto - Seco	
Relación agua/cemento	0.56	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg
Nuevo contenido de cemento	389.39 kg	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	775.68 kg
Contenido de agregado grueso húmedo por m <sup>3</sup>	790.11 kg	Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	985.37 kg
Contenido de agregado grueso seco por m <sup>3</sup>	775.68 kg	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	217.28 kg
Agregado grueso saturado superficial seco por m <sup>3</sup>	785.54 kg	Observación: Corresponde a la dosificación para 01 m <sup>3</sup> de concreto en condiciones secas.	
Agregado fino saturado superficial seco por m <sup>3</sup>	1,003.74 kg		
Contenido del agregado fino seco por m <sup>3</sup>	985.37 kg		

Dosificación en Peso Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto - Final		Dosificación en Peso por Tanda de Concreto - Final	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup> (C)	389.39 kg	Cantidad de cemento por Tanda	19.47 kg
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup> (P)	790.11 kg	Cantidad del agregado grueso por Tanda	39.51 kg
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup> (A)	1,030.31 kg	Cantidad del agregado fino por Tanda	51.52 kg
Cantidad de agua por m <sup>3</sup> (H <sub>2</sub> O)	185.80 kg	Cantidad de agua por Tanda	9.29 kg
C : A : P / H <sub>2</sub> O → 1 : 2.65 : 2.03 / 0.48		- El peso de tanda elaborada es de: 119.78 kg	

Dosificación en Volumen Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto - Final		Dosificación en Volumen por Tanda de Concreto - Final	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup> (C)	0.26 m <sup>3</sup>	Cantidad de cemento por Tanda	0.01 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup> (P)	0.60 m <sup>3</sup>	Cantidad del agregado grueso por Tanda	0.03 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup> (A)	0.59 m <sup>3</sup>	Cantidad del agregado fino por Tanda	0.03 m <sup>3</sup>
Cantidad de agua por m <sup>3</sup> (H <sub>2</sub> O)	0.19 m <sup>3</sup>	Cantidad de agua por Tanda	0.01 m <sup>3</sup>
C : A : P / H <sub>2</sub> O → 1 : 2.27 : 2.31 / 0.72			

Proporción en Peso de Concreto / Bolsa		Proporción en Volumen de Concreto / Bolsa	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup> (C)	1.00 bls	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	1.00 bls
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup> (P)	86.24 kg	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	0.07 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup> (A)	112.45 kg	Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	0.06 m <sup>3</sup>
Cantidad de agua por m <sup>3</sup> (H <sub>2</sub> O)	20.28 lts	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	20.28 lts

Datos Básicos - Calculo De Lampeadas				Dosificación Clásica Por "bolsa/lampas"	
Agregado	N° Lampas Que Llenan el Elemento	Volumen del Elemento	N° Lampas Por m <sup>3</sup>	Cantidad de cemento	1.00 bls
Grueso	1.00 lampas	0.004 m <sup>3</sup>	275.08 lampas	Cantidad del agregado grueso	17 lampas
Fino	1.00 lampas	0.004 m <sup>3</sup>	275.94 lampas	Cantidad del agregado fino	17 lampas
<b>Comentario:</b> - Se determino estos datos.				Cantidad de agua	20.28 lts
				<b>Comentario:</b> - Dosificación en base a la capacidad típica del trabajador.	

Dosificación en Volumen Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto - Seco		Comentario:	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup> (C)	0.125 m <sup>3</sup>	Determinamos el volumen de materiales que se utilizaran para formar 1 m <sup>3</sup> de concreto Tipo 1 (Piedra Triturada) esta cantidad es en condiciones secas. Esta proporción será utilizada para dosificar los concretos, Tipo 2 (Grava) y Tipo 3 (Hormigon).	
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup> (P)	0.345 m <sup>3</sup>		
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup> (A)	0.380 m <sup>3</sup>		
Cantidad de agua por m <sup>3</sup> (H <sub>2</sub> O)	0.217 m <sup>3</sup>		

### A3.2 - DISEÑO DE MEZCLA METODO ACI - F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>- PIEDRA GRAVA

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Resistencia fc :210 kg/cm <sup>2</sup>
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 19/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

#### 1. DATOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO

Datos Básicos De Diseño - Concreto		Datos Básicos De Diseño - Cemento y Agua	
Tipo de Obra:	Columnas	Tipo de cemento:	Andino Tipo I
Resistencia Requerida:	210 kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico del cemento:	3.12 gr/cm <sup>3</sup>
Característica del concreto con/sin aire incorp.:	Sin aire incorp	Peso específico del agua:	1,000.00 kg/m <sup>3</sup>
Slump requerido:	4.00 "	Peso por bolsa de cemento:	42.50 kg

Datos Básicos De Diseño - Agregado Fino		Datos Básicos De Diseño - Agregado Grueso	
Perfil del agregado fino:	-	Perfil del agregado grueso:	Redondeada
Peso unitario suelto del agregado fino:	1,672.76 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto del agregado grueso:	1,458.06 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compacto del agregado fino:	1,815.46 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compacto del agregado grueso:	1,613.87 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del agregado fino :	2,594.42 kg/m <sup>3</sup>	Peso específico del agregado grueso :	2,281.60 kg/m <sup>3</sup>
Modulo de fineza del agregado fino:	3.69	Modulo de fineza del agregado grueso:	6.96
Tamaño máximo nominal del agregado fino:	-	Tamaño máximo nominal del agregado grueso:	1/2 "
Porcentaje de absorción (% Abs.):	1.83 %	Porcentaje de absorción (% Abs.):	1.54 %
Porcentaje de humedad del agregado fino (% w):	4.56 %	Porcentaje de humedad del agregado grueso (% w):	0.20 %

#### 2. DATOS DE APOYO

2.1 Asentamiento Recomendados			2.2 Tamaño Máximo Nominal Recomendado
<b>Tipo De Estructura</b>	<b>Slump Máximo</b>	<b>Slump Mínimo</b>	Por características geométricas y condiciones de refuerzo de la estructura, El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor que: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1/5 de la menor dimensión entre las caras del encofrado.</li> <li>- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de presfuerzo.</li> <li>- 1/3 del peralte de las losas.</li> <li>- Por razones de producción, transporte y colocación del concreto</li> </ul>
Zapatas y muros de cimentación reforzado	3 "	1 "	
Cimentaciones simples y calzaduras	3 "	1 "	
Vigas y muros armados	4 "	1 "	
Columnas	4 "	2 "	
Muros y pavimentos	3 "	1 "	
Concreto ciclópeo	2 "	1 "	
Comentario: Para nuestro caso la elección del tipo de estructura y del Slump solo es referencial, ya que el diseño no está asociado a ningún tipo de de estructura.			

#### 3. CALCULO DE RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA F'cr

Sin Registro De Datos De Resistencia			Resistencia Promedio Requería		
<b>F'c</b>	<b>→</b>	<b>F'cr</b>	<b>F'c</b>	<b>→</b>	<b>F'cr</b>
1). Menos De 210 kg/cm <sup>2</sup>	→	F'c + 70	- No Se Aplica El Item 01 !!!	→	-
2). 210 kg/cm <sup>2</sup> - 350 kg/cm <sup>2</sup>	→	F'c + 84	- Se Aplica El Item 02 !!!	→	294.00 kg/cm <sup>2</sup>
3). Mayor a 350 kg/cm <sup>2</sup>	→	F'c + 98	- No Se Aplica El Item 03!!!	→	-

- Método usado por tener menos de 15 datos estadísticos o ningún dato en el registro.

#### 4. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Cantidad De Aire Atrapado En Condiciones Normales				Elección del Contenido de aire			
Tamaño Máximo Nominal (plug - cm)		Aire Atrapado		Comentario: La tabla indica la cantidad de aire atrapado en condiciones normales, sin el uso de incorporadores de aire. Si se hace uso de incorporador de aire se debe de hacer uso de otras tabla para el diseño.			
3/8 "	-	0.95 cm	3.00 %				
1/2 "	-	1.27 cm	2.50 %				
3/4 "	-	1.91 cm	2.00 %				
1 "	-	2.54 cm	1.50 %				
1 1/2 "	-	3.81 cm	1.00 %				
2 "	-	5.08 cm	0.50 %				
3 "	-	7.62 cm	0.30 %				
6 "	-	15.24 cm	0.20 %				
				Tamaño máximo nominal del agregado grueso:	1/2 "		
				Tamaño máximo nominal del agregado grueso:	1.27 cm		
				Contenido de aire atrapado elegido	2.50 %		

#### 5. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA

##### 5.1. Concreto Sin Aire Incorporado

Asentamiento		Agua, en lts/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
		0.95 cm	1.27 cm	1.91 cm	2.54 cm	3.81 cm	5.08 cm	7.62 cm	15.24 cm
		3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Asentamiento	1.00 "	207	199	190	179	166	154	130	113
Asentamiento	2.00 "	207	199	190	179	166	154	130	113
Asentamiento	3.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124
Asentamiento	4.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124
Asentamiento	6.00 "	243	228	216	202	190	178	160	-
Asentamiento	7.00 "	243	228	216	202	190	178	160	-

##### Resumen de la Selección del Contenido de Agua

Asentamiento		Agua, en lts/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
		0.95 cm	1.27 cm	1.91 cm	2.54 cm	3.81 cm	5.08 cm	7.62 cm	15.24 cm
		3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Asentamiento	4.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124

-Tamaño máximo nominal del agregado grueso:..... 1/2 "

-Tamaño máximo nominal del agregado grueso:..... 1.27 cm

- Slump requerido:..... 4.00 "

- Características del concreto..... Sin aire incorp

- Contenido de agua l/m<sup>3</sup>..... 216 lts/m<sup>3</sup>

### 6. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO DE DISEÑO POR PESO (a/c)

Relación agua-cemento de diseño en peso (lts/kg)			Calculo de la relación agua/cemento	
F'cr (28 Días)	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado		
150 kg/cm <sup>2</sup>	0.8	0.71	Características del concreto	→ Sin aire incorp
200 kg/cm <sup>2</sup>	0.7	0.61	Resistencia promedio requerida (F'cr)	→ 294 kg/cm <sup>2</sup>
250 kg/cm <sup>2</sup>	0.62	0.53	- Para F'cr de: 150 kg/cm <sup>2</sup> a 200 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
300 kg/cm <sup>2</sup>	0.55	0.46	- Para F'cr de: 200 kg/cm <sup>2</sup> a 250 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
350 kg/cm <sup>2</sup>	0.48	0.4	- Para F'cr de: 250 kg/cm <sup>2</sup> a 300 kg/cm <sup>2</sup>	→ 0.558
400 kg/cm <sup>2</sup>	0.43	-	- Para F'cr de: 300 kg/cm <sup>2</sup> a 350 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
450 kg/cm <sup>2</sup>	0.38	-	- Para F'cr de: 350 kg/cm <sup>2</sup> a 400 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
			- Para F'cr de: 400 kg/cm <sup>2</sup> a 450 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
			Relacion a/c buscado para (f'cr = 294 kg/cm <sup>2</sup> )	0.558

### 7. CALCULO DEL CONTENIDO DEL CEMENTO

Datos Preliminares		Calculo del Contenido De Cemento	
- Contenido de agua en lts por 01 m <sup>3</sup>	216 lts/m <sup>3</sup>	Contenido del cemento por 01 m <sup>3</sup>	387.10 kg
- Relación agua cemento (a/c) para 01 m <sup>3</sup>	0.558 lts/kg	Factor Cemento (Fc)	9.11 bls

### 8. CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de finieza del fino.				Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por m <sup>3</sup>				
					-	3.2	3.4	3.6	3.8
	3.2	3.4	3.6	3.8	1/2 "	0.51	0.49	0.47	0.45
3/8 "	0.42	0.4	0.38	0.36	<b>Calculo Del Peso Del Agregado Grueso</b>				
1/2 "	0.51	0.49	0.47	0.45	Tamaño máximo nominal del agregado grueso:				1/2 "
3/4 "	0.58	0.56	0.54	0.52	Modulo de finieza del agregado fino:				3.69
1 "	0.63	0.61	0.59	0.57	- Vol. del agregado grueso seco y compactado (3.2 a 3.4)				-
1 1/2 "	0.67	0.65	0.63	0.61	- Vol. del agregado grueso seco y compactado (3.4 a 3.6)				-
2 "	0.7	0.68	0.66	0.64	- Vol. del agregado grueso seco y compactado (3.6 a 3.8)				0.46 m <sup>3</sup>
3 "	0.74	0.72	0.7	0.68	Volumen del agregado grueso seco y compactado				0.46 m <sup>3</sup>
6 "	0.79	0.77	0.75	0.73	Peso unitario compacto del agregado grueso:				1,613.87 kg/m <sup>3</sup>
					Peso del agregado seco por m <sup>3</sup>				743.99 kg

### 9. CALCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO

Datos Para El Calculo por m <sup>3</sup>		Calculo De Volumen Absoluto - Corregida	
Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	2.50 %	Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	0.025 m <sup>3</sup>
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	216.00 lts	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.217 m <sup>3</sup>
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	387.10 kg	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	0.125 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	743.99 kg	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	0.345 m <sup>3</sup>
Comentario:		Volumen total absoluto	0.712 m <sup>3</sup>
		Volumen del agregado fino m <sup>3</sup>	0.380 m <sup>3</sup>

#### 10. CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO

Datos Para El Calculo		Calculo De Peso De Agregado Fino	
Volumen del agregado fino m <sup>3</sup>	0.380 m <sup>3</sup>	Peso del agregado fino:	985.37 kg
Peso específico del agregado fino :	2,594.42 kg/m <sup>3</sup>		

#### 11. RESUMEN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Resumen Del Diseño Por m <sup>3</sup>		Comentario	
Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	2.50 %	- El peso de un metro cubico de concreto en kilos es de; 2379.92 Kg	
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	217.28 lts	- El peso de un metro cubico de concreto en toneladas es de; 2.38 tn	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg	- La relacion a/c del diseño es de; 0.558	
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	787.88 kg	- La cantidad de bolsas a usar por cubo es de; 9.16 Bolsas	
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	985.37 kg		

#### 12. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Datos Para La corrección		Corrección Por Humedad	
Cantidad del agregado grueso seco por m <sup>3</sup>	787.88 kg	Peso del agregado grueso por m <sup>3</sup> corregido	789.45 kg
Cantidad del agregado fino seco por m <sup>3</sup>	985.37 kg	Peso del agregado fino por m <sup>3</sup> corregido	1,030.31 kg
Formula Básica: $\text{Peso Corregido} = \text{Peso seco} \times \left( \frac{w\%}{100} + 1 \right)$		Comentario: - Recordar; el contenido de humedad es peso del agua/peso del agregado seco, multiplicado por 100, para llevarlo a porcentaje.	

#### 13. APORTE DEL AGUA A LA MEZCLA

Datos Para La corrección		Aporte De Agua	
Cantidad del agregado grueso seco por m <sup>3</sup>	787.88 kg	Aporte de humedad del agregado grueso:	-10.56 lts
Cantidad del agregado fino seco por m <sup>3</sup>	985.37 kg	Aporte de humedad del agregado fino:	26.90 lts
Formula Básica: $\text{Aporte De Agua} = \text{Agregado Seco} \times \left( \frac{w\% - \%abs}{100} \right)$		Aporte de humedad de los agregados:	16.34 lts
		Comentario: - El signo (-) indica que se adicionara agua a la mezcla. - El signo (+) indica que se quitara agua a la mezcla.	

#### 14. CALCULO DE AGUA EFECTIVA

Calculo del Agua Efectiva		Comentario	
Aporte de humedad de los agregados:	16.34 lts	Para la presente investigacion los agregados se encuentran embolsados herméticamente, para garantizar la humedad calculada en los ensayos.	
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	217.28 lts		
Agua para la mezcla Final	200.94 lts		

### 15. PROPORCIONAMIENTO POR m<sup>3</sup>

Dosificación en Peso Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto		Proporción en Peso en 01 m <sup>3</sup> de Concreto	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg	Cantidad de cemento (C)	1.00
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	789.45 kg	Cantidad del agregado grueso (P)	2.03
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	1,030.31 kg	Cantidad del agregado fino (A)	2.65
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	200.94 kg	Cantidad de agua (H <sub>2</sub> O)	0.52
Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	0.00 kg	C : A : P / H <sub>2</sub> O →	1 : 2.65 : 2.03 / 0.52

Dosificación en Volumen Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto		Proporción en Volumen en 01 m <sup>3</sup> de Concreto	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	0.26 m <sup>3</sup>	Cantidad de cemento (C)	1.00
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	0.54 m <sup>3</sup>	Cantidad del agregado grueso (P)	2.08
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	0.59 m <sup>3</sup>	Cantidad del agregado fino (A)	2.27
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.20 m <sup>3</sup>	Cantidad de agua (H <sub>2</sub> O)	0.77
- Volumen en estado suelto de materiales para concreto.		C : A : P / H <sub>2</sub> O →	1 : 2.27 : 2.08 / 0.77

Proporción en Peso de Concreto / Bolsa		Proporción en Volumen de Concreto / Bolsa	
Cantidad de cemento por bolsa	1.00 bls	Cantidad de cemento	1.00 bls
Cantidad del agregado grueso por bolsa	86.28 kg	Cantidad del agregado grueso	0.06 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado fino por bolsa	112.63 kg	Cantidad del agregado fino	0.06 m <sup>3</sup>
Cantidad de agua por bolsa	21.93 lts	Cantidad de agua	21.93 lts

Datos Básicos - Calculo De Lampeadas				Dosificación Clásica Por "bolsa/lampas"	
Agregado	N° Lampas Que Llenan el Elemento	Volumen del Elemento	N° Lampas Por m <sup>3</sup>	Cantidad de cemento	1.00 bls
Grueso	1.00 lampas	0.003 m <sup>3</sup>	286.83 lampas	Cantidad del agregado grueso	16 lampas
Fino	1.00 lampas	0.004 m <sup>3</sup>	275.94 lampas	Cantidad del agregado fino	17 lampas
<b>Comentario:</b>				Cantidad de agua	21.93 lts
- Se debe realizar un ensayo Para determinar estos datos.				<b>Comentario:</b>	
				- Dosificación en base a la capacidad típica del trabajador.	

### 16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La relacion Agua/Cemento de Diseño (a/c), es de: 0.56
- La relacion Agua/Cemento efectiva (a/c), es de: 0.52
- A la mezcla de prueba se le medirá la consistencia y se comparara con la deseada, si difiere se ajusta la proporción, hasta obtener la consistencia deseada.
- Se prepara una segunda muestra con la consistencia desea corregida y se elaboran probetas para rotura.
- Se verifican la resistencia a la compresión del probeta.
- El diseño es aprobado cuando cumplen con los requisitos de consistencia y compresión.

### A3.3 - DISEÑO DE MEZCLA METODO ACI - F'C= 210 Kg/cm<sup>2</sup>, HORMIGON

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Resistencia fc :210 kg/cm <sup>2</sup>
Elaborado Por: Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 19/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

#### 1. DATOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO

Datos Básicos De Diseño - Concreto		Datos Básicos De Diseño - Cemento y Agua	
Tipo de Obra:	Columnas	Tipo de cemento:	Andino Tipo I
Resistencia Requerida:	210 kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico del cemento:	3.12 gr/cm <sup>3</sup>
Característica del concreto con/sin aire incorp.:	Sin aire incorp	Peso específico del agua:	1,000.00 kg/m <sup>3</sup>
Slump requerido:	4.00 "	Peso por bolsa:	42.50 kg

Datos Básicos De Diseño - Agregado Hormigon		Datos Básicos De Diseño - Agregado Hormigon	
Perfil del agregado fino:	Redondeada	Perfil del agregado fino:	Redondeada
Peso unitario suelto del Hormigon:	1,878.74 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario suelto del Hormigon:	1,878.74 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compacto del Hormigon:	1,966.24 kg/m <sup>3</sup>	Peso unitario compacto del Hormigon:	1,966.24 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del agregado Hormigon :	2,417.51 kg/m <sup>3</sup>	Peso específico del agregado Hormigon :	2,417.51 kg/m <sup>3</sup>
Modulo de fineza del Hormigon (Fino):	3.50	Modulo de fineza del Hormigon (grueso):	7.00
Tamaño máximo nominal del agregado:	3/4 "	Tamaño máximo nominal del agregado:	3/4 "
Porcentaje de absorción (% Abs.):	1.82 %	Porcentaje de absorción (% Abs.):	1.82 %
Porcentaje de humedad del agregado (% w):	1.86 %	Porcentaje de humedad del agregado (% w):	1.86 %

#### 2. DATOS DE APOYO

2.1 Asentamiento Recomendados			2.2 Tamaño Máximo Nominal Recomendado
<b>Tipo De Estructura</b>	<b>Slump Máximo</b>	<b>Slump Mínimo</b>	Por características geométricas y condiciones de refuerzo de la estructura, El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor que: - 1/5 de la menor dimensión entre las caras del encofrado. - 3/4 del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de presfuerzo. - 1/3 del peralte de las losas. - Por razones de producción, transporte y colocación del concreto
Zapatas y muros de cimentación reforzado	3 "	1 "	
Cimentaciones simples y calzaduras	3 "	1 "	
Vigas y muros armados	4 "	1 "	
Columnas	4 "	2 "	
Muros y pavimentos	3 "	1 "	
Concreto ciclópeo	2 "	1 "	
Comentario:			

#### 3. CALCULO DE RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA F'cr

Sin Registro De Datos De Resistencia			Resistencia Promedio Requería		
<b>F'c</b>	<b>→</b>	<b>F'cr</b>	<b>F'c</b>	<b>→</b>	<b>F'cr</b>
1). Menos De 210 kg/cm <sup>2</sup>	→	F'c + 70	- No Se Aplica El Item 01 !!!	→	-
2). 210 kg/cm <sup>2</sup> - 350 kg/cm <sup>2</sup>	→	F'c + 84	- Se Aplica El Item 02 !!!	→	294.00 kg/cm <sup>2</sup>
3). Mayor a 350 kg/cm <sup>2</sup>	→	F'c + 98	- No Se Aplica El Item 03!!!	→	-

- Método usado por tener menos de 15 datos estadísticos o ningún dato en el registro.

#### 4. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Sin Registro De Datos De Resistencia				Elección del Contenido de aire			
Tamaño Máximo Nominal (plug - cm)		Aire Atrapado		Comentario: La tabla indica la cantidad de aire atrapado en condiciones normales, sin el uso de incorporadores de aire. Si se hace uso de incorporador de aire se debe de hacer uso de otras tabla para el diseño.			
3/8 "	-	0.95 cm	3.00 %				
1/2 "	-	1.27 cm	2.50 %				
3/4 "	-	1.91 cm	2.00 %				
1 "	-	2.54 cm	1.50 %				
1 1/2 "	-	3.81 cm	1.00 %				
2 "	-	5.08 cm	0.50 %				
3 "	-	7.62 cm	0.30 %				
6 "	-	15.24 cm	0.20 %				
				Tamaño máximo nominal del agregado:	3/4 "		
				Tamaño máximo nominal del agregado:	1.91 cm		
				Contenido de aire atrapado elegido	2.00 %		

#### 5. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA

##### 5.1. Concreto Sin Aire Incorporado

Asentamiento		Agua, en lts/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
		0.95 cm	1.27 cm	1.91 cm	2.54 cm	3.81 cm	5.08 cm	7.62 cm	15.24 cm
		3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Asentamiento	1.00 "	207	199	190	179	166	154	130	113
Asentamiento	2.00 "	207	199	190	179	166	154	130	113
Asentamiento	3.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124
Asentamiento	4.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124
Asentamiento	6.00 "	243	228	216	202	190	178	160	-
Asentamiento	7.00 "	243	228	216	202	190	178	160	-

##### Resumen de la Selección del Contenido de Agua

Asentamiento		Agua, en lts/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
		0.95 cm	1.27 cm	1.91 cm	2.54 cm	3.81 cm	5.08 cm	7.62 cm	15.24 cm
		3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Asentamiento	4.00 "	228	216	205	193	181	169	145	124

-Tamaño máximo nominal del agregado:..... 3/4 "

-Tamaño máximo nominal del agregado:..... 1.91 cm

- Slump requerido:..... 4.00 "

- Características del concreto..... Sin aire incorp

- Contenido de agua l/m<sup>3</sup>..... 205 lts/m<sup>3</sup>

#### 6. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO DE DISEÑO POR PESO (a/c)

Relación agua-cemento de diseño en peso (lts/kg)			Calculo de la relación agua/cemento	
F'cr (28 Días)	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado		
150 kg/cm <sup>2</sup>	0.8	0.71	Características del concreto	→ Sin aire incorp
200 kg/cm <sup>2</sup>	0.7	0.61	Resistencia promedio requerida (F'cr)	→ 294 kg/cm <sup>2</sup>
250 kg/cm <sup>2</sup>	0.62	0.53	- Para F'cr de: 150 kg/cm <sup>2</sup> a 200 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
300 kg/cm <sup>2</sup>	0.55	0.46	- Para F'cr de: 200 kg/cm <sup>2</sup> a 250 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
350 kg/cm <sup>2</sup>	0.48	0.4	- Para F'cr de: 250 kg/cm <sup>2</sup> a 300 kg/cm <sup>2</sup>	→ 0.558
400 kg/cm <sup>2</sup>	0.43	-	- Para F'cr de: 300 kg/cm <sup>2</sup> a 350 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
450 kg/cm <sup>2</sup>	0.38	-	- Para F'cr de: 350 kg/cm <sup>2</sup> a 400 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
			- Para F'cr de: 400 kg/cm <sup>2</sup> a 450 kg/cm <sup>2</sup>	→ -
			Relacion a/c buscado para (fcr = 294 kg/cm <sup>2</sup> )	0.558

#### 7. CALCULO DEL CONTENIDO DEL CEMENTO

Datos Preliminares		Calculo del Contenido De Cemento	
- Contenido de agua en lts por 01 m <sup>3</sup>	205 lts/m <sup>3</sup>	Contenido del cemento por 01 m <sup>3</sup>	367.38 kg
- Relación agua cemento (a/c) para 01 m <sup>3</sup>	0.558 lts/kg	Factor Cemento (Fc)	8.64 bls

#### 8. CALCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO

Datos Para El Calculo por m <sup>3</sup>		Calculo De Volumen Absoluto	
Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	2.00 %	Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	0.025 m <sup>3</sup>
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	205.00 lts	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.217 m <sup>3</sup>
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	367.38 kg	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	0.125 m <sup>3</sup>
Comentario:		Volumen total pasta m <sup>3</sup>	0.342 m <sup>3</sup>
		Volumen total del agregado m <sup>3</sup>	0.725 m <sup>3</sup>

#### 9. CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO

Datos Para El Calculo		Calculo De Peso De Agregado Fino	
Volumen total del agregado m <sup>3</sup>	0.725 m <sup>3</sup>	Peso del agregado hormigon:	1,752.99 kg
Peso especifico del agregado Hormigon :	2,417.51 kg/m <sup>3</sup>		

#### 10. RESUMEN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Resumen Del Diseño Por m <sup>3</sup>		Comentario	
Cantidad de aire por m <sup>3</sup>	2.50 %	- El peso de un metro cubico de concreto en kilos es de; 2359.66 Kg	
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	217.28 lts	- El peso de un metro cubico de concreto en toneladas es de; 2.36 tn	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg	- La relacion a/c del diseño es de; 0.558	
Cantidad del agregado por m <sup>3</sup>	1,752.99 kg	- La cantidad de bolsas a usar por cubo es de; 9.16 Bolsas	

### 11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Datos Para La corrección	Corrección Por Humedad
Cantidad del agregado seco por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">1,752.99 kg</span>	Peso del agregado por m <sup>3</sup> corregido <span style="float: right;">1,785.60 kg</span>
Formula Básica: $\text{Peso Corregido} = \text{Peso seco} \times \left( \frac{w\%}{100} + 1 \right)$	Comentario: - Recordar; el contenido de humedad es peso del agua/peso del agregado, multiplicado por 100, para llevarlo a porcentaje.

### 12. APOORTE DEL AGUA A LA MEZCLA

Datos Para La corrección	Aporte De Agua
Cantidad del agregado seco por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">1,752.99 kg</span>	Aporte de humedad del agregado : <span style="float: right;">0.70 lts</span>
Formula Básica: $\text{Aporte De Agua} = \text{Agregado Seco} \times \left( \frac{w\% - \%abs}{100} \right)$	Aporte de humedad de los agregados: <span style="float: right;">0.70 lts</span> Comentario: - El signo (-) indica que se adicionara agua a la mezcla. - El signo (+) indica que se quitara agua a la mezcla.

### 13. CALCULO DE AGUA EFECTIVA

Calculo del Agua Efectiva	Comentario
Aporte de humedad de los agregados: <span style="float: right;">0.70 lts</span>	
Cantidad de agua por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">217.28 lts</span>	
Agua para la mezcla Final <span style="float: right;">216.58 lts</span>	

### 14. PROPORCIONAMIENTO POR m<sup>3</sup>

Dosificación en Peso Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto	Proporción en Peso en 01 m <sup>3</sup> de Concreto
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">389.39 kg</span>	Cantidad de cemento (C) <span style="float: right;">1.00</span>
Cantidad del agregado por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">1,785.60 kg</span>	Cantidad del agregado (H) <span style="float: right;">4.59</span>
Cantidad de agua por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">216.58 kg</span>	Cantidad de agua (H <sub>2</sub> O) <span style="float: right;">0.56</span>
Cantidad de aire por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">0.00 kg</span>	C : H / H <sub>2</sub> O → <span style="float: right;">1 : 4.59 / 0.56</span>

Dosificación en Volumen Para 01 m <sup>3</sup> de Concreto	Proporción en Volumen en 01 m <sup>3</sup> de Concreto
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">0.26 m<sup>3</sup></span>	Cantidad de cemento (C) <span style="float: right;">1.00</span>
Cantidad del agregado por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">0.93 m<sup>3</sup></span>	Cantidad del agregado fino (A) <span style="float: right;">3.60</span>
Cantidad de agua por m <sup>3</sup> <span style="float: right;">0.22 m<sup>3</sup></span>	Cantidad de agua (lt/bolsa) <span style="float: right;">0.84</span>
- Volumen en estado suelto de materiales para concreto.	C : A : P / H <sub>2</sub> O → <span style="float: right;">1 : 3.6 / 0.84 lt/bls</span>

Proporción en Peso de Concreto / Bolsa	
Cantidad de cemento por bolsa	1.00 bls
Cantidad del agregado por bolsa	195.08 kg
Cantidad de agua por bolsa	23.64 lts

Proporción en Volumen de Concreto / Bolsa	
Cantidad de cemento	1.00 bls
Cantidad del agregado	0.10 m <sup>3</sup>
Cantidad de agua	23.64 lts

Datos Básicos - Calculo De Lampeadas			
Agregado	N° Lampas Que Llenan el Elemento	Volumen del Elemento	N° Lampas Por m <sup>3</sup>
Hormigon	1.00 lampas	0.003 m <sup>3</sup>	290.60 lampas
<b>Comentario:</b> - Se debe realizar un ensayo Para determinar estos datos.			

Dosificación Clásica Por "bolsa/lampas"	
Cantidad de cemento	1.00 bls
Cantidad del agregado fino	29 lampas
Cantidad de agua	23.64 lts
<b>Comentario:</b> - Dosificación en base a la capacidad típica del trabajador.	

#### 16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La relacion Agua/Cemento de Diseño (a/c), es de: 0.56
- La relacion Agua/Cemento efectiva (a/c), es de: 0.56
- A la mezcla de prueba se le medirá la consistencia y se comparara con la deseada, si difiere se ajusta la proporción, hasta obtener la consistencia deseada.
- Se prepara una segunda muestra con la consistencia desea corregida y se elaboran probetas para rotura.
- Se verifican la resistencia a la compresión del probeta.
- El diseño es aprobado cuando cumplen con los requisitos de consistencia y compresión.

**A3.4 RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA**

<b>Dosificación en Peso Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Seco</b>		<b>Dosificación en Peso Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Seco</b>		<b>Dosificación en Peso Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Seco</b>	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	775.68 kg	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	787.88 kg	Cantidad del agregado hormigon por m <sup>3</sup>	1,752.99 kg
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	985.37 kg	Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	985.37 kg	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	217.28 kg
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	217.28 kg	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	217.28 kg		
<b>Dosificación en Volumen Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Seco</b>		<b>Dosificación en Volumen Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Seco</b>		<b>Dosificación en Volumen Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Seco</b>	
Cantidad de aire m <sup>3</sup>	0.025 m <sup>3</sup>	Cantidad de aire m <sup>3</sup>	0.025 m <sup>3</sup>	Cantidad de aire m <sup>3</sup>	0.025 m <sup>3</sup>
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	0.125 m <sup>3</sup>	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	0.125 m <sup>3</sup>	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	0.125 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	0.345 m <sup>3</sup>	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	0.345 m <sup>3</sup>	Cantidad del agregado hormigon por m <sup>3</sup>	0.725 m <sup>3</sup>
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	0.380 m <sup>3</sup>	Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	0.380 m <sup>3</sup>	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.217 m <sup>3</sup>
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.217 m <sup>3</sup>	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.217 m <sup>3</sup>		
<b>Dosificación en Peso Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Corregido</b>		<b>Dosificación en Peso Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Corregido</b>		<b>Dosificación en Peso Para 01 m<sup>3</sup> de Concreto - Corregido</b>	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	389.39 kg
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	790.11 kg	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	789.45 kg	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	1,795.60 kg
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	1,030.31 kg	Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	1,030.31 kg	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	216.58 kg
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	185.80 kg	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	200.94 kg		
<b>Dosificación en Peso por Tanda de Concreto - Final</b>		<b>Dosificación en Peso por Tanda de Concreto - Final</b>		<b>Dosificación en Peso por Tanda de Concreto - Final</b>	
Volumen de la tanda (m <sup>3</sup> )	0.05	Volumen de la tanda (m <sup>3</sup> )	0.05	Volumen de la tanda (m <sup>3</sup> )	0.05
Cantidad de cemento por Tanda	19.47 kg	Cantidad de cemento por Tanda	19.47 kg	Cantidad de cemento por Tanda	19.47 kg
Cantidad del agregado grueso por Tanda	39.51 kg	Cantidad del agregado grueso por Tanda	39.47 kg	Cantidad del agregado grueso por Tanda	89.28 kg
Cantidad del agregado fino por Tanda	51.52 kg	Cantidad del agregado fino por Tanda	51.52 kg	Cantidad de agua por Tanda	10.83 kg
Cantidad de agua por Tanda	9.29 kg	Cantidad de agua por Tanda	10.05 kg		
<b>Proporción En Peso Para 1m<sup>3</sup> Concreto - Final</b>		<b>Proporción En Peso Para 1m<sup>3</sup> Concreto - Final</b>		<b>Proporción En Peso Para 1m<sup>3</sup> Concreto - Final</b>	
Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	1.00	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	1.00	Cantidad de cemento por m <sup>3</sup>	1.00
Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	2.65	Cantidad del agregado fino por m <sup>3</sup>	2.65	Cantidad del agregado Hormigon por m <sup>3</sup>	4.59
Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	2.03	Cantidad del agregado grueso por m <sup>3</sup>	2.03	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.56
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.48	Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	0.52		
C : A : P / Agua	→ 1 : 2.65 : 2.03 / 0.48	C : A : P / Agua	→ 1 : 2.65 : 2.03 / 0.52	C : H / Agua	→ 1 : 4.59 / 0.56

**ANEXO N° 4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL  
CONCRETO – INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

El presente anexo corresponde a todos los resultados obtenidos de los ensayos realizados a cada uno de las muestras de concreto, para determinar las propiedades físicas y mecánicas, las cuales son:

A4.1 - ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)/ASTM C143 -  
NPT339.035

A4.2 - PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO/ASTM C138 -  
NPT339.046

A4.3 - PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO.

A4.4 - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN/ASTM  
C39 - NPT339.034

A4.5 - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS  
SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL  
TRAMO"/ASTM C78 - NPT339.078.

### A4.1 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

ASTM C143 - NPT339.035

OBRA:	"TESIS: DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADO CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"		
SOLICITANTE (EMPRESA):	BCHA: SANCHEZ HUDMAN LUIS NELSON		
RUC (Cancela el Ensayo):	-		
UBICACIÓN DE LA OBRA:	PASCO - PASCO - YANACANCHA - UNOBI		
REPRESENTANTE DEL SOLICITANTE:	BCHA: SANCHEZ HUDMAN LUIS NELSON		
DNI:	TELEFONO: 98937764	FIRMA: 	FECHA DE ENSAYO: 29/04/22

N°	Codigo	Fecha De Vaciado	DISEÑO (kg/cm <sup>3</sup> )	Diámetro de la Base Menor (cm)	Diámetro de la Base Mayor (cm)	Altura del Molde Cónico (cm)	Asentamiento (cm)	Asentamiento Prom. (cm)	Asentamiento Prom. (Pulg)
P-1	pietra 01	29/04/22	294	10	20.10	30.20	7.8	8.4	3.3
P-2	pietra 02	29/04/22	294	10	20.10	30.20	8.3		
P-3	pietra 03	29/04/22	294	10	20.10	30.20	9.1		
G-1	Grava 01	29/04/22	294	10	20.10	30.20	14.5	13.4	5.3
G-2	Grava 02	29/04/22	294	10	20.10	30.20	12.6		
G-3	Grava 03	29/04/22	294	10	20.10	30.20	13		
H-1	Hormigon 01	29/04/22	294	10	20.10	30.20	18.5	17.7	7.0
H-2	Hormigon 02	29/04/22	294	10	20.10	30.20	17.9		
H-3	Hormigon 03	29/04/22	294	10	20.10	30.20	16.8		

Observaciones:



### A4.3 PESO UNITARIO CONCRETO ENDURECIDO

OBRA:	"TESIS: DETERMINACION Y DIFERENCIACION DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO, ELABORADO CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGON EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"		
SOLICITANTE (EMPRESA):	BCHA: SANCHEZ HUDMAN LUIS NELSON		
RUC (Cancela el Ensayo):	-		
UBICACION DE LA OBRA:	PASCO - PASCO - YANACANCHA - UUDOC		
REPRESENTANTE DEL SOLICITANTE:	BCHA: SANCHEZ HUDMAN LUIS NELSON		
DNI:	TELEFONO: 983937764	FIRMA: 	FECHA DE ENSAYO: 27/05/22

N°	Codigo	Fecha De Vaciado	Altura Recipiente (m)	Diametro del Recipiente (m)	Peso de la Muestra(gr)	Peso de la Muestra(kg)	Volumen de Molde (m³)	Peso Unitario (kg/m³)	Observacion
P-1	Piedra 01	29/04/22	0.301	0.151	12365	12.365	0.00539	2293.45	
P-2	Piedra 02	29/04/22	0.301	0.151	12080	12.080	0.00539	2241.08	
P-3	Piedra 03	29/04/22	0.300	0.150	12350	12.350	0.00520	2329.56	
G-1	Grava 01	29/04/22	0.301	0.152	12184	12.184	0.00543	2245.48	
G-2	Grava 02	29/04/22	0.300	0.151	12217	12.217	0.00527	2274.05	
G-3	Grava 03	29/04/22	0.300	0.150	12438	12.438	0.00530	2346.16	
H-1	Hormigón 01	29/04/22	0.301	0.151	12136	12.136	0.00539	2251.47	
H-2	Hormigón 02	29/04/22	0.301	0.150	12116	12.116	0.00532	2277.83	
H-3	Hormigón 03	29/04/22	0.300	0.151	12393	12.393	0.00537	2306.81	

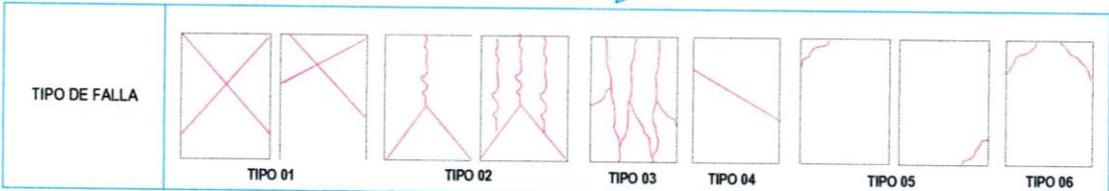
Observaciones:



### A4.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

ASTM C39 - NPT339.034

OBRA:	«TESTO: DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECANICAS DEL CONCRETO, ELABORADOS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021»		
SOLICITANTE (EMPRESA):	BCHO: SANCHEZ HUMAN LUIS NELSON		
RUC (Cancela el Ensayo):	-		
UBICACIÓN DE LA OBRA:	PASCO - PASCO - YANUCANCHA - UNDOC		
REPRESENTANTE DEL SOLICITANTE:			
DNI:	TELEFONO: 963937359	FIRMA:	FECHA DE ENSAYO: 13/05/22



N°	CODIGO	FECHA DE VACIADO	DISEÑO (kg/cm²)	EDAD (Dias)	DIAMETRO (cm)	Area (cm²)	CARGA DE ROTURA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	PORCENTAJE (%)	TIPO DE FALLA
P-1	Piedra 01	29/04/22	294	14	15.10	179.08	38958	217.55	74.00%	5
P-2	Piedra 02	29/04/22	294	14	15.10	179.08	37742	210.75	71.68%	6
P-2	Piedra 03	29/04/22	294	14	15.00	176.71	38125	215.75	73.38%	5
G-1	Grava 01	29/04/22	294	14	15.10	179.08	31791	177.52	60.38%	3
G-2	Grava 02	29/04/22	294	14	15.10	179.08	30485	170.23	57.90%	5
G-3	Grava 03	29/04/22	294	14	15.10	179.08	32165	179.61	61.09%	5
H-1	Hormigón 01	29/04/21	294	14	15.10	179.08	27469	153.39	52.17%	3
H-2	Hormigón 02	29/04/21	294	14	15.15	180.27	27195	150.86	51.31%	5
H-3	Hormigón 03	29/04/22	294	14	15.10	179.08	28136	157.11	53.44%	5

(\*) Solo cuando corresponde a testigos diamantinos.

**Observaciones:**



### A4.5 RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

ASTM C78 - NPT339.078

OBRA:	TESIS: DETERMINACION Y DIFERENCIACION DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS DEL CONCRETO ELABORADOS CON PIEDRAS TRITURADAS GRAVA Y HORMIGON EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021		
SOLICITANTE (EMPRESA):	BCHA: SANCHEZ HUAMAN LUIS NELSON		
RUC (Cancela el Ensayo):	-		
UBICACION DE LA OBRA:	PASCO - PASCO - YANACANCHA - UNDAE		
REPRESENTANTE DEL SOLICITANTE:			
DNI:	TELEFONO: 98293722	FIRMA:	FECHA DE ENSAYO: 27/05/22

Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente forma:  

$$R = \frac{P \cdot l}{b \cdot d^2}$$
 Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, a una distancia no mayor del 5% de la luz libre, se calcula el módulo de rotura de

$$R = \frac{3P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

Donde:

R = módulo de rotura Kg/cm<sup>2</sup>

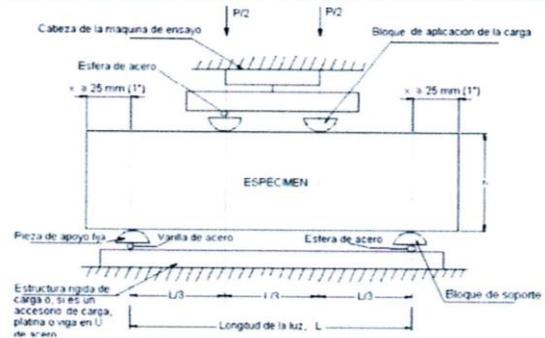
P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo kg

l = longitud libre entre apoyos cm

b = ancho promedio de la muestra cm

d = altura promedio de la muestra cm, incluyendo el espesor refrentado, si corresponde.

a = distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano,



Nº	CODIGO	FECHA DE VACIADO	DISEÑO Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (Días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz (cm)	Maxima Carga Aplicada (kg)	Modulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Longitud de falla Prom.(cm)	Zona de Falla
P-1	Piedra 01	29/04/22	294	28	15	15.10	50	3128.5	45.74	22.50	tercio medio
P-2	Piedra 02	29/04/22	294	28	15	15.00	50	3358.5	49.76	26.75	tercio medio
P-3	Piedra 03	29/04/11	294	28	15	15.10	50	3165	46.27	24.75	tercio medio
G-1	Grava 01	29/04/22	294	28	15	15.00	50	2254.5	33.40	24.75	tercio medio
G-2	Grava 02	29/04/22	294	28	15	15.70	50	2303	33.23	24.13	tercio medio
G-3	Grava 03	29/04/11	294	28	15	15.00	50	2489	36.87	24.50	tercio medio
H-1	Hormigon 01	29/04/22	294	28	15	15.00	50	1747	25.88	26.13	tercio medio
H-2	Hormigon 02	29/04/22	294	28	15	15.10	50	1895.5	27.71	18.50	tercio medio
H-3	Hormigon 03	29/04/22	294	28	15	15.10	50	1598	23.36	26.13	tercio medio

Observaciones:

## **ANEXO N° 5. PROCESAMIENTO DE DATOS – TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

El presente anexo corresponde al procesamiento estadístico de los datos obtenidos en los ensayos para fundamentar las conclusiones:

A5.1 - ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

A5.2 - PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO

A5.3 - PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO.

A5.4 - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

A5.5 - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (MODULO  
DE ROTURA)

A5.6 - COSTO DEL CONCRETO

**A5.1 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Resistencia fc: 210 kg/cm <sup>2</sup>
Elaborado Por: Bach. Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 29/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vico - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Tipo De Molde	Cónico	<b>Referencia:</b> - NTP 339.035 Concreto, Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. - MTC E 705, Asentamiento Del Concreto (Slump). - NTP 339.036 1999 Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.	<b>Trabajabilidad</b>	
Material del Molde	Metálico		<b>Consistencia</b>	<b>Asiento (cm)</b>
Espesor del Molde (mm)	0.001 m		Seca	0 cm      2 cm
Diámetro de la Base Menor del Molde (mm)	0.102 m		Plástica	3 cm      5 cm
Diámetro de la Base Mayor del Molde (mm)	0.203 m		Blanda	6 cm      9 cm
Altura del Molde Cónico (mm)	0.305 m		Fluida	10 cm      15 cm
Volumen del recipiente (m <sup>3</sup> )	0.006 m <sup>3</sup>		- Asentamientos menores a 15 mm (1/2") pueden no ser adecuadamente plásticos.	
Altura del Primer Tercio	0.067 m		- Asentamientos mayores a 230 mm (9") pueden no ser adecuadamente cohesivos.	
Altura del Segundo Tercio	0.155 m			
Cono De Abrams Proporcionado por el laboratorio.				

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) a/c =0.50**

**CONCRETO TIPO 01 (Elaborado con Piedra triturada de 1/2")**

N°	Descripción	Agregado Fino (m <sup>3</sup> )	Agregado Grueso (m <sup>3</sup> )	Agregado Fino Cono (m <sup>3</sup> )	Agregado Grueso Cono (m <sup>3</sup> )	% Agregado Grueso	Relación Grueso/Fino	Asentamiento (pulgadas)	Asentamiento (cm)
1	Ensayo N°01	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.48 %	0.91	3.07 "	7.80 cm
2	Ensayo N°02	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.48 %	0.91	3.27 "	8.30 cm
3	Ensayo N°03	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.48 %	0.91	3.58 "	9.10 cm
4	Promedio	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.48 %	0.91	3.31 "	8.40 cm

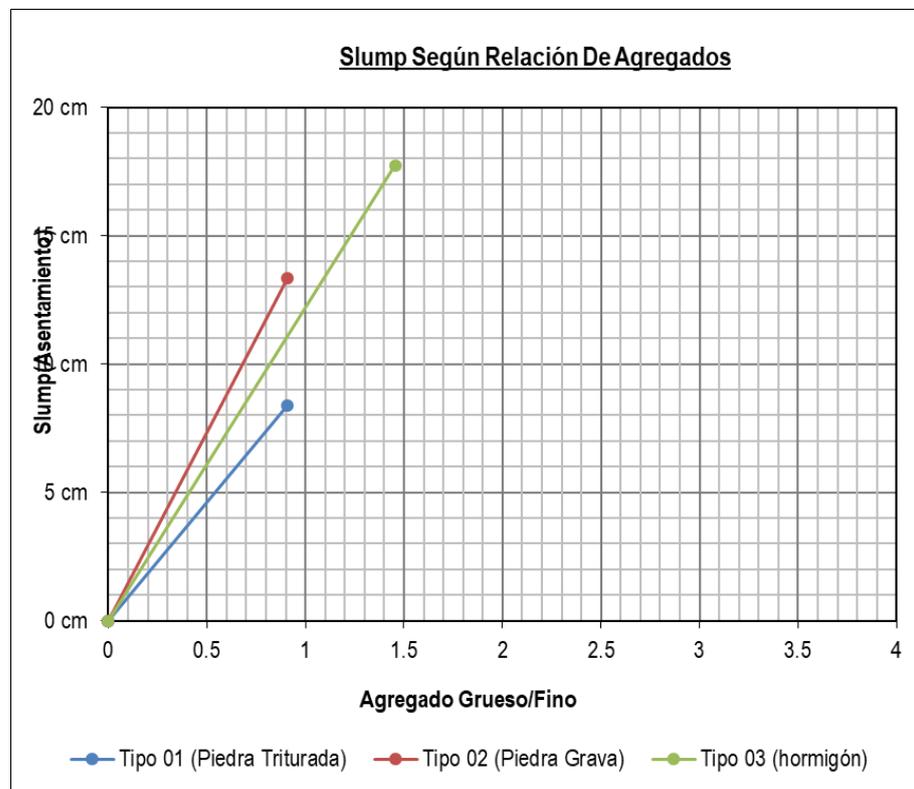
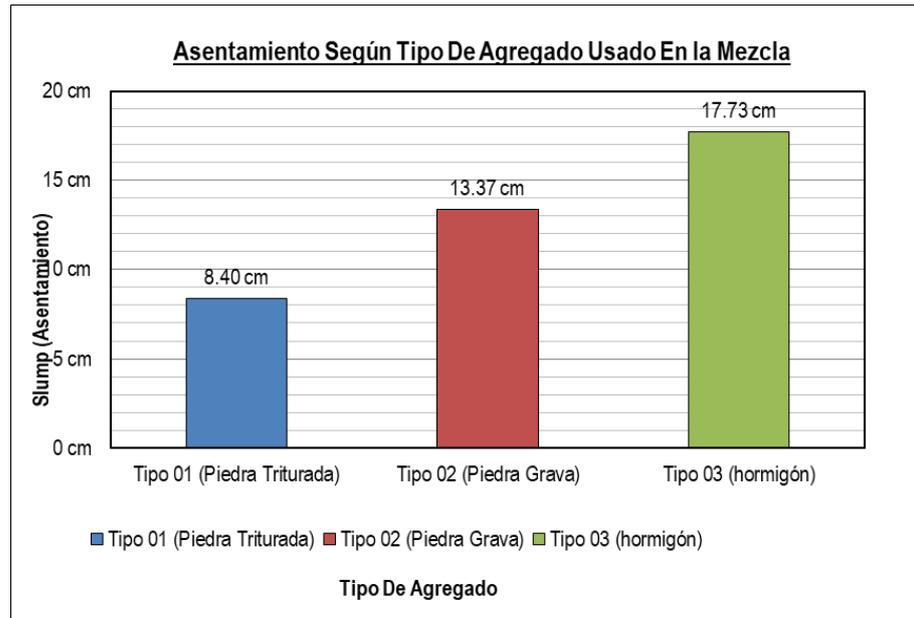
**CONCRETO TIPO 02 (Elaborado con Piedra Grava de 1/2")**

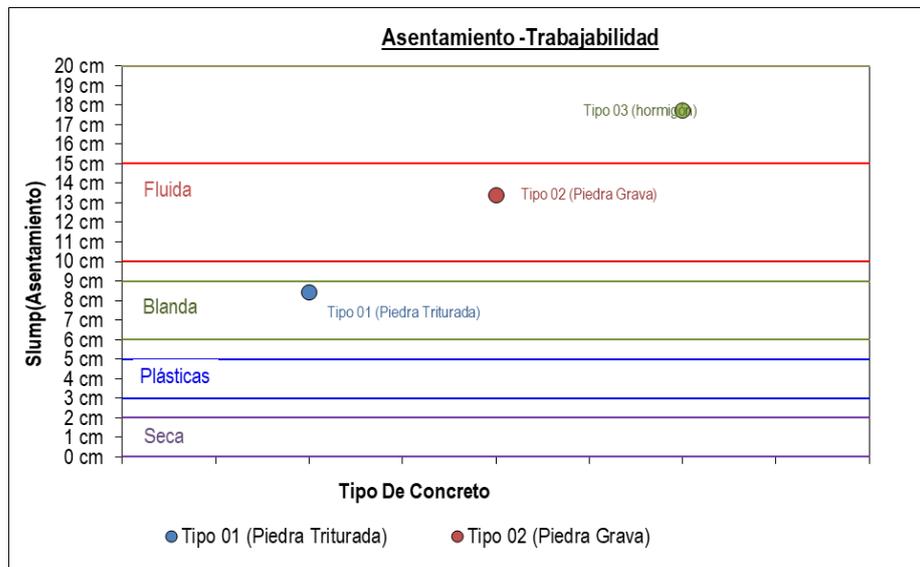
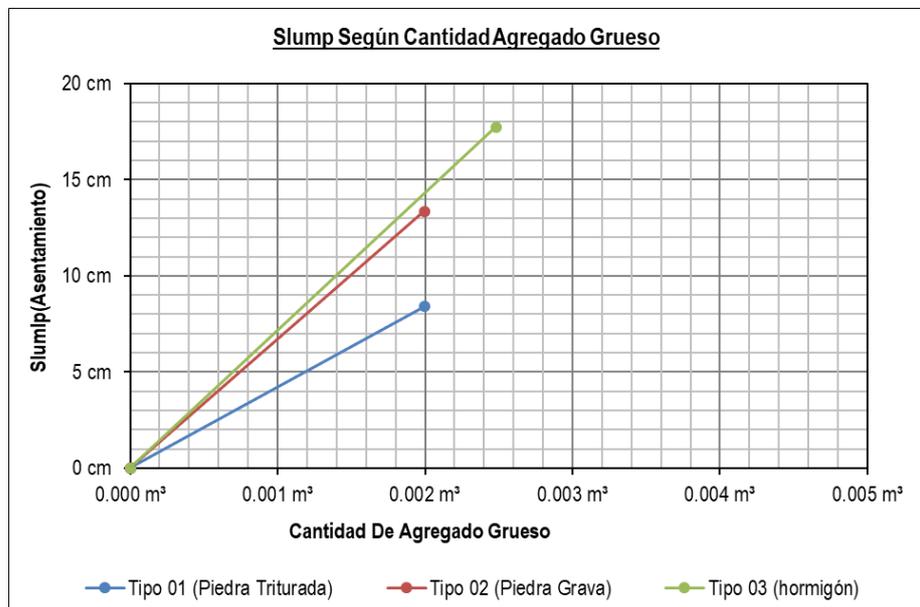
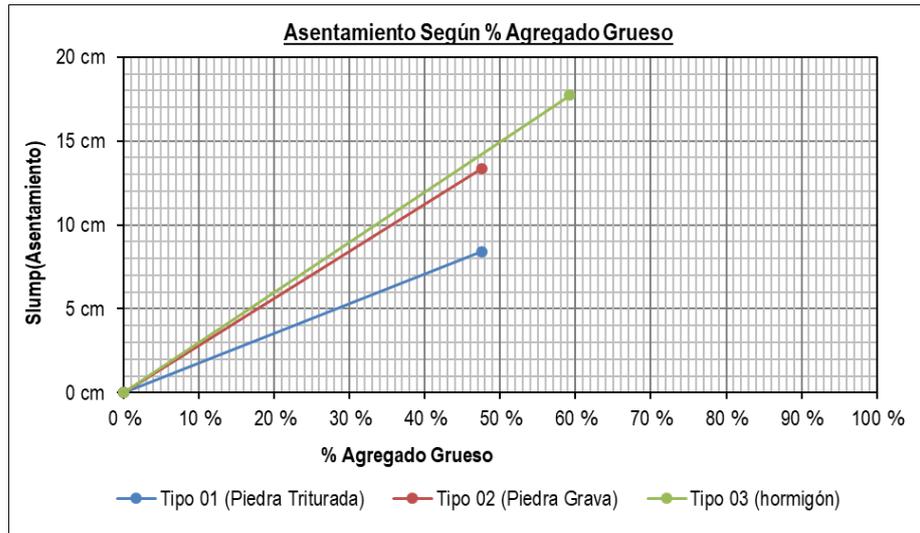
N°	Descripción	Agregado Fino (m <sup>3</sup> )	Agregado Grueso (m <sup>3</sup> )	Agregado Fino Cono (m <sup>3</sup> )	Agregado Grueso Cono (m <sup>3</sup> )	% Agregado Grueso	Relación Grueso/Fino	Asentamiento (pulgadas)	Asentamiento (cm)
1	Ensayo N°01	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.48 %	0.91	5.71 "	14.50 cm
2	Ensayo N°02	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.48 %	0.91	4.96 "	12.60 cm
3	Ensayo N°03	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.48 %	0.91	5.12 "	13.00 cm
4	Promedio	0.38 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.48 %	0.91	5.26 "	13.37 cm

**CONCRETO TIPO 03 (Elaborado con Hormigón)**

N°	Descripción	Agregado Fino (m <sup>3</sup> )	Agregado Grueso (m <sup>3</sup> )	Agregado Fino Cono (m <sup>3</sup> )	Agregado Grueso Cono (m <sup>3</sup> )	% Agregado Grueso	Relación Grueso/Fino	Asentamiento (pulgadas)	Asentamiento (cm)
1	Ensayo N°01	0.30 m <sup>3</sup>	0.43 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.59 %	1.45	7.28 "	18.50 cm
2	Ensayo N°02	0.30 m <sup>3</sup>	0.43 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.59 %	1.45	7.05 "	17.90 cm
3	Ensayo N°03	0.30 m <sup>3</sup>	0.43 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.59 %	1.45	6.61 "	16.80 cm
4	Promedio	0.30 m <sup>3</sup>	0.43 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.002 m <sup>3</sup>	0.59 %	1.45	6.98 "	17.73 cm

Asentamiento Del Concreto Por Tipo									
Nº	Tipo De Concreto	Agregado Fino (m³)	Agregado Grueso (m³)	Agregado Fino Cono (m³)	Agregado Grueso Cono (m³)	% Agregado Grueso	Relación Grueso/Fino	Asentamiento (pulgadas)	Asentamiento (cm)
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	0.38 m³	0.35 m³	0.002 m³	0.002 m³	47.62 %	0.91	3.31 "	8.40 cm
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	0.38 m³	0.35 m³	0.002 m³	0.002 m³	47.62 %	0.91	5.26 "	13.37 cm
3	Tipo 03 (hormigón)	0.30 m³	0.43 m³	0.002 m³	0.002 m³	59.26 %	1.45	6.98 "	17.73 cm





Asentamiento Por Tipo de Concreto Vs Patron					
N°	Tipo De Concreto	Asentamiento (pulgadas)	Asentamiento (cm)	Variacion respecto al Patron	Diferencia Respecto al Patron
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	3.31 "	8.40 cm	100.00 %	0.00 cm
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	5.26 "	13.37 cm	159.13 %	-4.97 cm
3	Tipo 03 (hormigón)	6.98 "	17.73 cm	211.11 %	-9.33 cm

TIPOS DE CONSISTENCIA			
Consistencia del Hormigon	Aspecto	Asentamiento (cm)	Metodo de Compactacion
Seca	Suelto y sin cohesion	1.0 a 4.5	Vibracion potente, apisonado energetico en capas delgadas.
Plastica	Levemente cohesivo	5.0 a 9.5	Vibracion normal, varillado y apisonado.
Blanda	Levemente fluido	10.0 a 15.0	Vibracion leve, varillado.
Superfluidificada	Fluido	15.5 a 22.0	Muy leve y cuidadosa vibracion, varillado.

**A5.2 PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN (RENDIMIENTO) Y CONTENIDO DE AIRE (GRAMMÉTRICO)**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Resistencia fc: 210 kg/cm <sup>2</sup>
Elaborado Por: Bach. Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 29/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Tipo De Molde	Cilíndrico	<b>Referencia:</b> - NTP 339.046 Hormigón (Concreto), Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón. - MTC E 714 - Peso Unitario De Producción (Rendimiento) Y Contenido De Aire (Gravimétrico). - NTP 339.036 1999 Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.	Capacidad Mínima del Medidor		
Material del Molde	Metálico		Tamaño Max. Nominal		m <sup>3</sup>
Peso del Molde (kg)	1.00 kg		25 mm	1"	0.006 m <sup>3</sup>
Diámetro de la Base del Molde (m)	0.150 m		37.5 mm	1 1/2"	0.011 m <sup>3</sup>
Altura del Molde Cónico (m)	0.300 m		50 mm	2"	0.014 m <sup>3</sup>
Volumen del recipiente (m <sup>3</sup> )	0.005 m <sup>3</sup>		75 mm	3"	0.028 m <sup>3</sup>

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO a/c = 0.56**

**CONCRETO TIPO 01 (Elaborado con Piedra triturada de 1/2")**

N°	Descripción	Peso del Concreto + Recipiente (kg)	Peso Del Recipiente (kg)	Volumen del Recipiente (m <sup>3</sup> )	Peso Del concreto (kg)	Peso Unitario del Concreto (kg/cm <sup>3</sup> )	Desviacion Estandar	Diferencia de Resultados	Verificacion
1	Ensayo N°01	15.94 kg	3.345 kg	0.0052 m <sup>3</sup>	12.60 kg	2,399.77 kg/m <sup>3</sup>	1.97 kg/m <sup>3</sup>	3.81 kg/m <sup>3</sup>	Ok!!
2	Ensayo N°02	16.05 kg	3.348 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	12.70 kg	2,395.95 kg/m <sup>3</sup>	Existente	Existente	Desviación
3	Ensayo N°03	16.10 kg	3.350 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	12.75 kg	2,397.02 kg/m <sup>3</sup>	10.40 kg/m <sup>3</sup>	29.60 kg/m <sup>3</sup>	Ok!!
4	Promedio	-	-	-	-	2,397.58 kg/m <sup>3</sup>	Normativo	Normativo	Dif. Resultado

**CONCRETO TIPO 02 (Elaborado con Piedra Grava de 1/2")**

N°	Descripción	Peso del Concreto + Recipiente (kg)	Peso Del Recipiente (kg)	Volumen del Recipiente (m <sup>3</sup> )	Peso Del concreto (kg)	Peso Unitario del Concreto (kg/cm <sup>3</sup> )	Desviacion Estandar	Diferencia de Resultados	Verificacion
1	Ensayo N°01	15.97 kg	3.345 kg	0.0052 m <sup>3</sup>	12.62 kg	2,404.53 kg/m <sup>3</sup>	1.06 kg/m <sup>3</sup>	1.89 kg/m <sup>3</sup>	Ok!!
2	Ensayo N°02	16.11 kg	3.348 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	12.76 kg	2,406.33 kg/m <sup>3</sup>	Existente	Existente	Desviación
3	Ensayo N°03	16.15 kg	3.350 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	12.80 kg	2,406.42 kg/m <sup>3</sup>	10.40 kg/m <sup>3</sup>	29.60 kg/m <sup>3</sup>	Ok!!
4	Promedio	-	-	-	-	2,405.76 kg/m <sup>3</sup>	Normativo	Normativo	Dif. Resultado

**CONCRETO TIPO 03 (Elaborado con Hormigón)**

N°	Descripción	Peso del Concreto + Recipiente (kg)	Peso Del Recipiente (kg)	Volumen del Recipiente (m <sup>3</sup> )	Peso Del concreto (kg)	Peso Unitario del Concreto (kg/cm <sup>3</sup> )	Desviacion Estandar	Diferencia de Resultados	Verificacion
1	Ensayo N°01	16.05 kg	3.345 kg	0.0052 m <sup>3</sup>	12.70 kg	2,419.77 kg/m <sup>3</sup>	0.47 kg/m <sup>3</sup>	0.90 kg/m <sup>3</sup>	Ok!!
2	Ensayo N°02	16.18 kg	3.348 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	12.83 kg	2,420.48 kg/m <sup>3</sup>	Existente	Existente	Desviación
3	Ensayo N°03	16.22 kg	3.350 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	12.87 kg	2,419.58 kg/m <sup>3</sup>	10.40 kg/m <sup>3</sup>	29.60 kg/m <sup>3</sup>	Ok!!
4	Promedio	-	-	-	-	2,419.94 kg/m <sup>3</sup>	Normativo	Normativo	Dif. Resultado

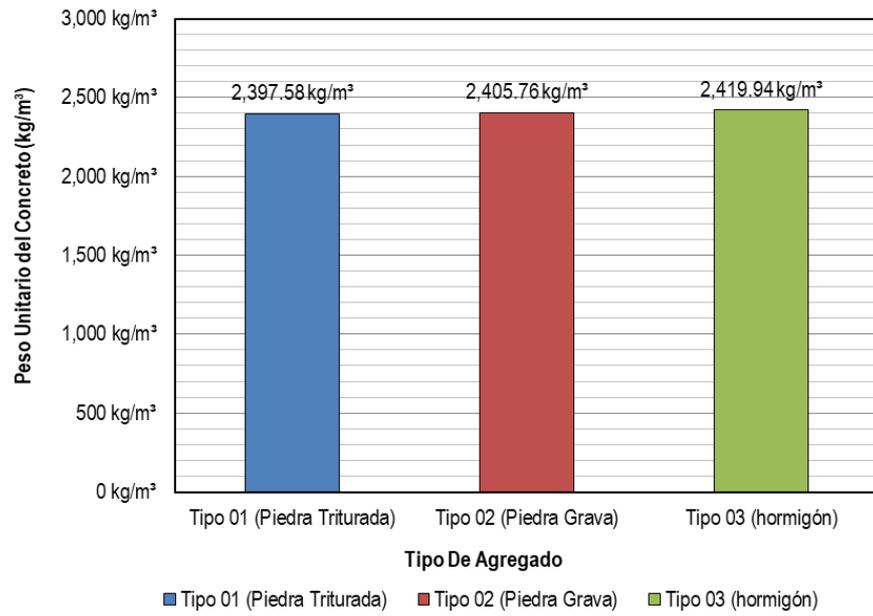
**RESUMEN DEL ENSAYO**

N°	Tipo De Concreto	Peso Unitario del Concreto fresco (kg/m <sup>3</sup> )
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	2,397.58 kg/m <sup>3</sup>
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	2,405.76 kg/m <sup>3</sup>
3	Tipo 03 (hormigón)	2,419.94 kg/m <sup>3</sup>

**RESUMEN DEL ENSAYO**

N°	Tipo De Concreto	Peso Unitario del Concreto fresco (kg/m <sup>3</sup> )	Dif. Resp. Patron (%)	Dif. Resp. Patron (kg)
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	2,397.58 kg/m <sup>3</sup>	100.00 %	0.00 kg
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	2,405.76 kg/m <sup>3</sup>	100.34 %	-8.18 kg
3	Tipo 03 (hormigón)	2,419.94 kg/m <sup>3</sup>	100.93 %	-22.36 kg

### Peso Unitario del concreto Según el Tipo De Agregado



**A5.3 PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Resistencia f <sub>c</sub> : 210 kg/cm <sup>2</sup>
Elaborado Por: Bach. Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 27/05/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreto	Observación: _____

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO a/c =0.56**

**CONCRETO TIPO 01 (Elaborado con Piedra triturada de 1/2")**

N°	Descripción	Fecha de Vaciado	Altura de Recipiente (m)	Diametro del Recipiente (m)	Peso de la Muestra (gr)	Peso de la Muestra (kg)	Volumen de la Muestra (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Observacion
1	Ensayo N°01	05/03/2018	0.301 m	0.151 m	12,365.00 gr	12.365 kg	0.0054 m <sup>3</sup>	2,293.95 kg/m <sup>3</sup>	
2	Ensayo N°02	05/03/2018	0.301 m	0.151 m	12,080.00 gr	12.080 kg	0.0054 m <sup>3</sup>	2,241.08 kg/m <sup>3</sup>	
3	Ensayo N°03	05/03/2018	0.300 m	0.150 m	12,350.00 gr	12.350 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	2,329.56 kg/m <sup>3</sup>	
4	Promedio	-	-	-	-	-	-	2,288.19 kg/m <sup>3</sup>	

**CONCRETO TIPO 02 (Elaborado con Piedra Grava de 1/2")**

N°	Descripción	Fecha de Vaciado	Altura de Recipiente (m)	Diametro del Recipiente (m)	Peso de la Muestra (gr)	Peso de la Muestra (kg)	Volumen de la Muestra (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Observacion
1	Ensayo N°01	05/03/2018	0.301 m	0.152 m	12,184.00 gr	12.184 kg	0.0054 m <sup>3</sup>	2,245.48 kg/m <sup>3</sup>	
2	Ensayo N°02	05/03/2018	0.300 m	0.151 m	12,217.00 gr	12.217 kg	0.0054 m <sup>3</sup>	2,274.05 kg/m <sup>3</sup>	
3	Ensayo N°03	05/03/2018	0.300 m	0.150 m	12,438.00 gr	12.438 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	2,346.16 kg/m <sup>3</sup>	
4	Promedio	-	-	-	-	-	-	2,288.56 kg/m <sup>3</sup>	

**CONCRETO TIPO 03 (Elaborado con Hormigón)**

N°	Descripción	Fecha de Vaciado	Altura de Recipiente (m)	Diametro del Recipiente (m)	Peso de la Muestra (gr)	Peso de la Muestra (kg)	Volumen de la Muestra (m <sup>3</sup> )	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Observacion
1	Ensayo N°01	05/03/2018	0.301 m	0.151 m	12,136.00 gr	12.136 kg	0.0054 m <sup>3</sup>	2,251.47 kg/m <sup>3</sup>	
2	Ensayo N°02	05/03/2018	0.301 m	0.150 m	12,116.00 gr	12.116 kg	0.0053 m <sup>3</sup>	2,277.83 kg/m <sup>3</sup>	
3	Ensayo N°03	05/03/2018	0.300 m	0.151 m	12,393.00 gr	12.393 kg	0.0054 m <sup>3</sup>	2,306.81 kg/m <sup>3</sup>	
4	Promedio	-	-	-	-	-	-	2,278.70 kg/m <sup>3</sup>	

**A5.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILÍNDRICOS**

**PROYECTO:** "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco Elaborado Por: Bach. Sánchez Huamán Luis Nelson Fecha de Ensayo: 27/05/2022 Resistencia f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup> Laboratorio: ZEMCO SAC  
 Técnico Laboratorista: - Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vico - P. Trabajo N° : 001 Uso del Material: Concreto Nivel de Estudio: Tesis Observación: -

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

Referencia Normativa:	Factor de Corrección (L = Longitud, D = Diámetro)*			
	Si L/D es 1.75 o menor, se corrige el resultado obtenido, multiplicándolo por el factor apropiado de los que se indican a continuación:	L/D	Factor	
- NTP 339.034 CONCRETO, Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		1.75	1.5	1
- MTC E 704 Resistencia A La Compresión Testigos Cilíndricos		0.98	0.96	0.87
- NTP 339.036 1999 Concreto, Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.				

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS (alc=0.56) - CONCRETO TIPO 01 ELABORADO CON PIEDRA TRITURADA 1/2"**

MUESTRA N° 01 - CONCRETO TIPO 01 (Elaborado con Piedra Triturada de 1/2")																
N° Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Código Del Cilindro	Elemento	Diámetro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrendado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Días)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm <sup>2</sup> )	Resistencia f'c Corregida (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor De Corrección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla
1 Ensayo N° 01	294 kg/cm <sup>2</sup>	P-1	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	06/05/2022	7 días	32,572.00 kg	179.08 cm <sup>2</sup>	181.89 kg/cm <sup>2</sup>	1.00	181.89 kg/cm <sup>2</sup>	
2 Ensayo N° 02	294 kg/cm <sup>2</sup>	P-2	Variado	15.00 cm	30.00 cm	2.00	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	06/05/2022	7 días	31,981.00 kg	176.71 cm <sup>2</sup>	180.98 kg/cm <sup>2</sup>	1.00	180.98 kg/cm <sup>2</sup>	
3 Ensayo N° 03	294 kg/cm <sup>2</sup>	P-3	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	06/05/2022	7 días	32,265.00 kg	179.08 cm <sup>2</sup>	180.17 kg/cm <sup>2</sup>	1.00	180.17 kg/cm <sup>2</sup>	
- Promedio	-	-	-	15.07 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	32,272.67 kg	178.29 cm <sup>2</sup>	181.01 kg/cm <sup>2</sup>	-	181.01 kg/cm <sup>2</sup>	-

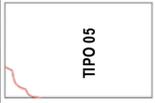
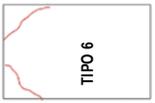
- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrendado.

- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según o indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m<sup>3</sup> (50 lb/ft<sup>3</sup>).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m<sup>3</sup> y a concretos de peso normal.

MUESTRA N° 02 - CONCRETO TIPO 01 (Elaborado con Piedra Triturada de 1/2")

N° Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm²)	Codigo Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrendado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Factor De Corección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm²)	Tipo de Falla
1 Ensayo N° 04	294 kg/cm²	P-1	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	38,958.00 kg	179.08 cm²	217.55 kg/cm²	1.00	217.55 kg/cm²	
2 Ensayo N° 05	294 kg/cm²	P-2	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	37,742.00 kg	179.08 cm²	210.75 kg/cm²	1.00	210.75 kg/cm²	
3 Ensayo N° 06	294 kg/cm²	P-3	Variado	15.00 cm	30.00 cm	2.00	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	38,125.00 kg	176.71 cm²	215.75 kg/cm²	1.00	215.75 kg/cm²	
- Promedio	-	-	-	15.07 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	38,275.00 kg	178.29 cm²	214.68 kg/cm²	-	214.68 kg/cm²	-

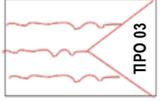
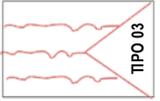
- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrendado.

- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según lo indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/ft³).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal.

MUESTRA N° 03 - CONCRETO TIPO 01 (Elaborado con Piedra Triturada de 1/2")

N° Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm²)	Código Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrendado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Factor De Corrección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm²)	Tipo de Falla
1 Ensayo N° 07	294 kg/cm²	P-1	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	60.979.00 kg	179.08 cm²	340.51 kg/cm²	1.00	340.51 kg/cm²	
2 Ensayo N° 08	294 kg/cm²	P-2	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	60.968.00 kg	179.08 cm²	340.45 kg/cm²	1.00	340.45 kg/cm²	
3 Ensayo N° 09	294 kg/cm²	P-3	Variado	15.00 cm	30.00 cm	2.00	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	59.625.00 kg	176.71 cm²	337.42 kg/cm²	1.00	337.42 kg/cm²	
- Promedio	-	-	-	15.07 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	60.524.00 kg	178.29 cm²	339.46 kg/cm²	-	339.46 kg/cm²	-

- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrendado.

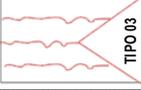
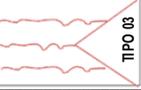
- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según lo indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/ft³).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS (alc =0.56) - CONCRETO TIPO 02 ELABORADO CON PIEDRA GRAVA 1/2"**

**MUESTRA N° 01 - CONCRETO TIPO 02 (Elaborado con Piedra Grava de 1/2")**

N° Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm²)	Codigo Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrendado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Factor De Corrección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm²)	Tipo de Falla
1 Ensayo N° 10	294 kg/cm²	G-1	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	06/05/2022	7 dias	28,517.00 kg	179.08 cm²	159.24 kg/cm²	1.00	159.24 kg/cm²	
2 Ensayo N° 11	294 kg/cm²	G-2	Variado	15.00 cm	30.00 cm	2.00	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	06/05/2022	7 dias	28,787.00 kg	176.71 cm²	162.91 kg/cm²	1.00	162.91 kg/cm²	
3 Ensayo N° 12	294 kg/cm²	G-3	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrendado	29/04/2022	06/05/2022	7 dias	27,995.00 kg	179.08 cm²	156.33 kg/cm²	1.00	156.33 kg/cm²	
- Promedio	-	-	-	15.07 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	28,433.00 kg	178.29 cm²	159.49 kg/cm²	-	159.49 kg/cm²	-

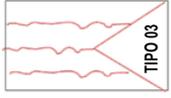
- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrendado.

- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según lo indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/ft³).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal.

MUESTRA N° 02 - CONCRETO TIPO 02 (Elaborado con Piedra Grava de 1/2")

N° Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm²)	Código Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrentado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Factor De Corección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm²)	Tipo de Falla
1 Ensayo N° 13	294 kg/cm²	G-1	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	31,791.00 kg	179.08 cm²	177.52 kg/cm²	1.00	177.52 kg/cm²	
2 Ensayo N° 14	294 kg/cm²	G-2	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	30,485.00 kg	179.08 cm²	170.23 kg/cm²	1.00	170.23 kg/cm²	
3 Ensayo N° 15	294 kg/cm²	G-3	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	32,165.00 kg	179.08 cm²	179.61 kg/cm²	1.00	179.61 kg/cm²	
- Promedio	-	-	-	15.10 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	31,480.33 kg	179.08 cm²	175.79 kg/cm²	-	175.79 kg/cm²	-

- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrentado.

- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según lo indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/ft³).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal.

MUESTRA N° 03 - CONCRETO TIPO 02 (Elaborado con Piedra Grava de 1/2")

N°	Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm²)	Código Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrentado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Factor De Corección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm²)	Tipo de Falla
1	Ensayo N° 16	294 kg/cm²	G-1	Variado	15.15 cm	30.00 cm	1.98	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	51,068.00 kg	180.27 cm²	283.29 kg/cm²	1.00	283.29 kg/cm²	
2	Ensayo N° 17	294 kg/cm²	G-2	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	50,699.00 kg	179.08 cm²	283.11 kg/cm²	1.00	283.11 kg/cm²	
3	Ensayo N° 18	294 kg/cm²	G-3	Variado	15.00 cm	30.00 cm	2.00	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	50,698.00 kg	176.71 cm²	286.90 kg/cm²	1.00	286.90 kg/cm²	
-	Promedio	-	-	-	15.08 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	50,821.67 kg	178.69 cm²	284.43 kg/cm²	-	284.43 kg/cm²	-

- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrentado.

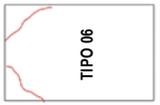
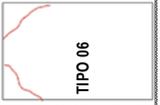
- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según lo indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/piel³).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS (a/c =0.56) - CONCRETO TIPO 03 ELABORADO CON HORMIGON**

**MUESTRA N° 01 - CONCRETO TIPO 03 (Elaborado con Hormigon)**

N° Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm²)	Codigo Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrentado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Factor De Corección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm²)	Tipo de Falla
1 Ensayo N° 19	294 kg/cm²	H-1	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	06/05/2022	7 dias	24,421.00 kg	179.08 cm²	136.37 kg/cm²	1.00	136.37 kg/cm²	 TIPO 06
2 Ensayo N° 20	294 kg/cm²	H-2	Variado	15.00 cm	30.00 cm	2.00	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	06/05/2022	7 dias	24,685.00 kg	176.71 cm²	139.69 kg/cm²	1.00	139.69 kg/cm²	 TIPO 06
3 Ensayo N° 21	294 kg/cm²	H-3	Variado	15.00 cm	30.00 cm	2.00	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	06/05/2022	7 dias	23,752.00 kg	176.71 cm²	134.41 kg/cm²	1.00	134.41 kg/cm²	 TIPO 05
- Promedio	-	-	-	15.03 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	24,286.00 kg	177.50 cm²	136.82 kg/cm²	-	136.82 kg/cm²	-

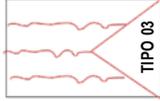
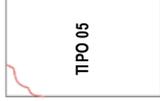
- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrentado.

- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según lo indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/ft³).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal.

MUESTRA N° 02 - CONCRETO TIPO 03 (Elaborado con Hormigon)

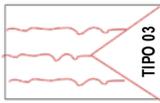
N° Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm²)	Código Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrentado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Factor De Corección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm²)	Tipo de Falla
1 Ensayo N° 22	294 kg/cm²	H-1	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	27,469.00 kg	179.08 cm²	153.39 kg/cm²	1.00	153.39 kg/cm²	
2 Ensayo N° 23	294 kg/cm²	H-2	Variado	15.15 cm	30.00 cm	1.98	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	27,195.00 kg	180.27 cm²	150.86 kg/cm²	1.00	150.86 kg/cm²	
3 Ensayo N° 24	294 kg/cm²	H-3	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	13/05/2022	14 dias	28,136.00 kg	179.08 cm²	157.11 kg/cm²	1.00	157.11 kg/cm²	
- Promedio	-	-	-	15.12 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	27,600.00 kg	179.48 cm²	153.79 kg/cm²	-	153.79 kg/cm²	-

- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrentado.

- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según lo indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/ft³).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal.

MUESTRA N° 03 - CONCRETO TIPO 03 (Elaborado con Hormigon)																
N° Descripción	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm²)	Codigo Del Cilindro	Elemento Del Cilindro	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Defectos del Refrentado	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	Carga De Rotura (kg)	Seccion (cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Factor De Corección	Resistencia Corregida f'c (kg/cm²)	Tipo de Falla
1 Ensayo N° 25	294 kg/cm²	H-1	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	42,897.00 kg	179.08 cm²	239.54 kg/cm²	1.00	239.54 kg/cm²	
2 Ensayo N° 26	294 kg/cm²	H-2	Variado	15.00 cm	30.00 cm	2.00	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	43,005.00 kg	176.71 cm²	243.36 kg/cm²	1.00	243.36 kg/cm²	
3 Ensayo N° 27	294 kg/cm²	H-3	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	Muestra Sin Refrentado	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	43,860.00 kg	179.08 cm²	244.92 kg/cm²	1.00	244.92 kg/cm²	
- Promedio	-	-	-	15.07 cm	30.00 cm	-	-	-	-	-	43,254.00 kg	178.29 cm²	242.61 kg/cm²	-	242.61 kg/cm²	-

- Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del Agregado Grueso y se verifican, también, las condiciones del refrentado.

- Las muestras fueron ensayadas en condición húmeda, según, o indicada en la norma.

- El Ensayo se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/ft³).

\* Estos factores de corrección se aplican a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal.

**RESUMEN FINAL DEL ENSAYO**

**RESUMEN DEL ENSAYO MUESTRA N° 01 - ROTURA 7 DIAS (a/c = 0.56)**

N°	Tipo De Concreto	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Codigo Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Seccion (m <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Edad Muestra (Dias)	Resistencia f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo De Agregado	Relacion a/c	Observasion
1	Tipo 01	294 kg/cm <sup>2</sup>	P	Variado	15.07 cm	30.00 cm	1.99	178.37 cm <sup>2</sup>	5,351.10 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	7 dias	181.01 kg/cm <sup>2</sup>	Piedra Triturada 1/2"	0.56	
2	Tipo 02	294 kg/cm <sup>2</sup>	G	Variado	15.07 cm	30.00 cm	1.99	178.37 cm <sup>2</sup>	5,351.10 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	7 dias	159.49 kg/cm <sup>2</sup>	Piedra Grava de 1/2"	0.56	
3	Tipo 03	294 kg/cm <sup>2</sup>	H	Variado	15.03 cm	30.00 cm	2.00	177.42 cm <sup>2</sup>	5,322.60 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	7 dias	136.82 kg/cm <sup>2</sup>	Hormigon	0.56	

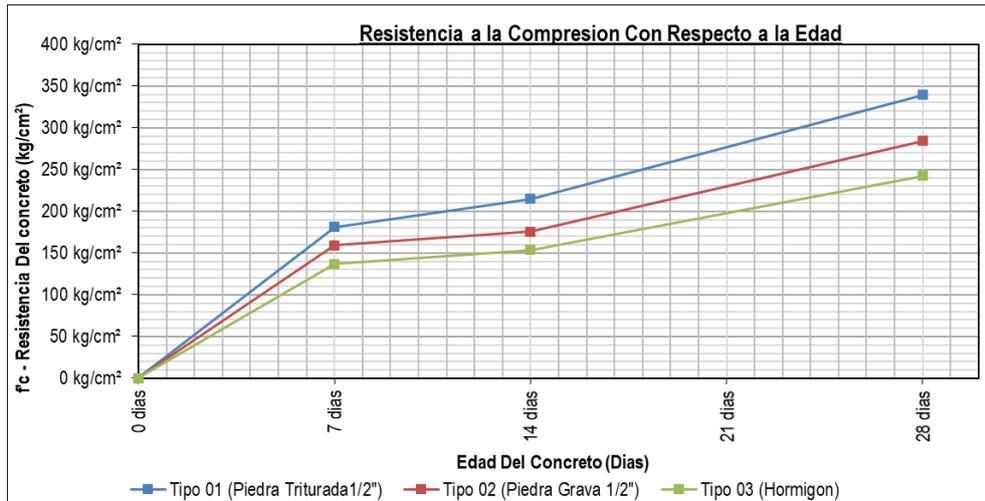
**RESUMEN DEL ENSAYO MUESTRA N° 02 - ROTURA 14 DIAS (a/c = 0.56)**

N°	Tipo De Concreto	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Codigo Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Seccion (m <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Edad Muestra (Dias)	Resistencia f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo De Agregado	Relacion a/c	Observasion
1	Tipo 01	294 kg/cm <sup>2</sup>	P	Variado	15.07 cm	30.00 cm	1.99	178.37 cm <sup>2</sup>	5,351.10 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	14 dias	214.68 kg/cm <sup>2</sup>	Piedra Triturada 1/2"	0.56	
2	Tipo 02	294 kg/cm <sup>2</sup>	G	Variado	15.10 cm	30.00 cm	1.99	179.08 cm <sup>2</sup>	5,372.40 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	14 dias	175.79 kg/cm <sup>2</sup>	Piedra Grava de 1/2"	0.56	
3	Tipo 03	294 kg/cm <sup>2</sup>	H	Variado	15.12 cm	30.00 cm	1.98	179.55 cm <sup>2</sup>	5,386.50 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	14 dias	153.79 kg/cm <sup>2</sup>	Hormigon	0.56	

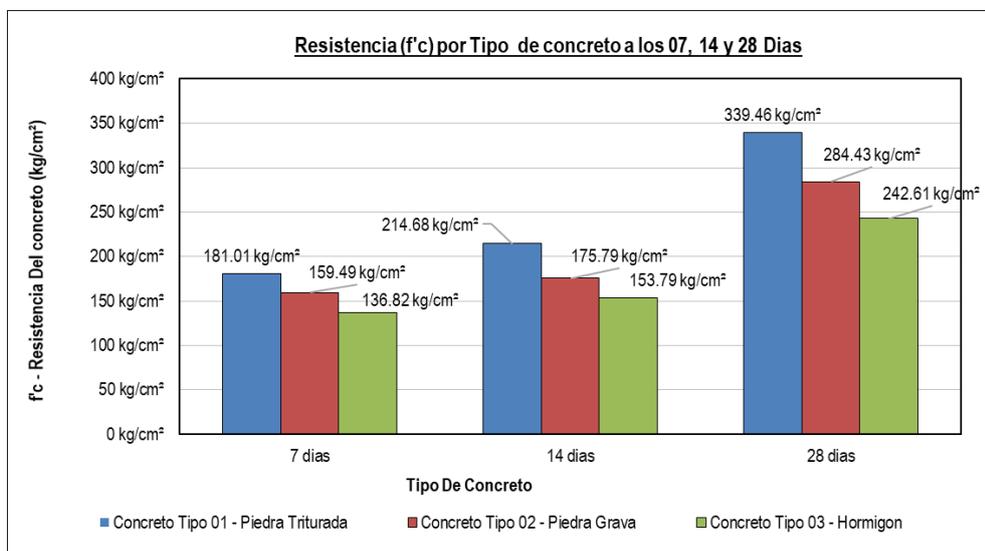
**RESUMEN DEL ENSAYO MUESTRA N° 03 - ROTURA 28 DIAS (a/c = 0.56)**

N°	Tipo De Concreto	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Codigo Del Cilindro	Elemento	Diametro Del Cilindro	Altura del cilindro	L/D	Seccion (m <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Edad Muestra (Dias)	Resistencia f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo De Agregado	Relacion a/c	Observasion
1	Tipo 01	294 kg/cm <sup>2</sup>	P	Variado	15.07 cm	30.00 cm	1.99	178.37 cm <sup>2</sup>	5,351.10 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	28 dias	339.46 kg/cm <sup>2</sup>	Piedra Triturada 1/2"	0.56	
2	Tipo 02	294 kg/cm <sup>2</sup>	G	Variado	15.08 cm	30.00 cm	1.99	178.60 cm <sup>2</sup>	5,358.00 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	28 dias	284.43 kg/cm <sup>2</sup>	Piedra Grava de 1/2"	0.56	
3	Tipo 03	294 kg/cm <sup>2</sup>	H	Variado	15.07 cm	30.00 cm	1.99	178.37 cm <sup>2</sup>	5,351.10 cm <sup>3</sup>	0.005 cm <sup>3</sup>	28 dias	242.61 kg/cm <sup>2</sup>	Hormigon	0.56	

Variacion De La Resistencia a la Compresion Con Respecto Al Concreto Patron							
Tipo Concreto (Agregado)		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")		Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")		Tipo 03 (Hormigon)	
N°	Edad (días)	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron
1	7 días	181.01 kg/cm²	100.00 %	159.49 kg/cm²	88.11 %	136.82 kg/cm²	75.59 %
2	14 días	214.68 kg/cm²	100.00 %	175.79 kg/cm²	81.88 %	153.79 kg/cm²	71.64 %
3	28 días	339.46 kg/cm²	100.00 %	284.43 kg/cm²	83.79 %	242.61 kg/cm²	71.47 %
Porcentaje Respecto al C° Patron			100.00 %	-	84.59 %	-	72.90 %
Diferencia Respecto al C° Patron			0.00 %	-	15.41 %	-	27.10 %



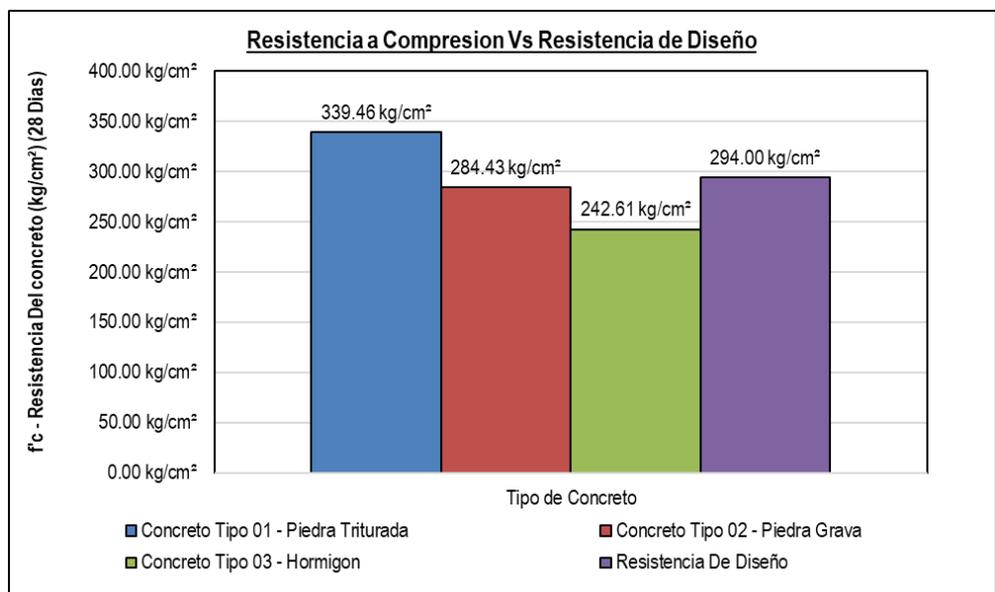
Concreto Evaluados							
Tipo Concreto (Agregado)		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")		Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")		Tipo 03 (Hormigon)	
N°	Edad (días)	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron
0	0 días	0.00 kg/cm²		0.00 kg/cm²		0.00 kg/cm²	
1	7 días	181.01 kg/cm²	100.00 %	159.49 kg/cm²	88.11 %	136.82 kg/cm²	75.59 %
2	14 días	214.68 kg/cm²	100.00 %	175.79 kg/cm²	81.88 %	153.79 kg/cm²	71.64 %
3	28 días	339.46 kg/cm²	100.00 %	284.43 kg/cm²	83.79 %	242.61 kg/cm²	71.47 %



Variacion de la Resistencia a la Compresion (f'c) Respecto al Patron							
Tipo Concreto (Agregado)		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")		Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")		Tipo 03 (Hormigon)	
N°	Edad (dias)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δ f'c Patron	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δ f'c Patron	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δ f'c Patron
0	0 dias	0.00 kg/cm²		0.00 kg/cm²		0.00 kg/cm²	
1	7 dias	181.01 kg/cm²	0.00 kg/cm²	159.49 kg/cm²	21.52 kg/cm²	136.82 kg/cm²	44.19 kg/cm²
2	14 dias	214.68 kg/cm²	0.00 kg/cm²	175.79 kg/cm²	38.89 kg/cm²	153.79 kg/cm²	60.89 kg/cm²
3	28 dias	339.46 kg/cm²	0.00 kg/cm²	284.43 kg/cm²	55.03 kg/cm²	242.61 kg/cm²	96.85 kg/cm²

Variacion de la Resistencia a la Compresion (f'c) Respecto a la Resistencia de Diseño (294 kg/cm²)							
Tipo Concreto (Agregado)		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")		Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")		Tipo 03 (Hormigon)	
N°	Edad (dias)	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron	Resistencia f'c (kg/cm²)	% Patron
1	28 dias	339.46 kg/cm²	115.46 %	284.43 kg/cm²	96.74 %	242.61 kg/cm²	82.52 %

Diferencia de la Resistencia a la Compresion (f'c) Respecto a la Resistencia de Diseño (294 kg/cm²)							
Tipo Concreto (Agregado)		Tipo 01 (Piedra Triturada 1/2")		Tipo 02 (Piedra Grava 1/2")		Tipo 03 (Hormigon)	
N°	Edad (dias)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δf'c( 294 kg/cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δf'c( 294 kg/cm²)	Resistencia f'c (kg/cm²)	Δf'c( 294 kg/cm²)
1	28 dias	339.46 kg/cm²	-45.46 kg/cm²	284.43 kg/cm²	9.57 kg/cm²	242.61 kg/cm²	51.39 kg/cm²



**A5.5 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco      Elaborado Por: Bach. Sánchez Huamán Luis Nel      Cantiera: Cochamarca Fecha de Ensayo: 27/05/2022      Resistencia f<sub>c</sub>: 210 kg/cm<sup>2</sup>      Laboratorio: ZEMCO SAC  
 Técnico Laboratorista: -      Ubicación De La Cantiera: C.P. Cochamarca - Vico      Trabajo N°: 001      Uso del Material: Concreto      Nivel de Estudio: Tesis      Observación:

**DATOS BÁSICOS Y NORMATIVOS**

<b>Referencia Normativa:</b>	<b>Mr = PL/bh<sup>3</sup></b> → (Cuando la fisura cae dentro del tercio medio)	<b>Mr = 3Pab/h<sup>3</sup></b> → (Si la fisura cae fuera del tercio medio, no mayor al 5% de la luz)
- NTP 339.078 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.	Nota: - Si la fisura cae fuera del tercio medio y es mayor al 5% de la luz, se rechaza el ensayo. - MTC E 709 Resistencia A La Flexion Del Concreto En Vigas Simplemente Apoyadas Con Cargas A Los Tercios Del Tramo. - NTP 339.036 1999 Concreto, Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.	

**RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS (a/c = 0.56) - CONCRETO TIPO 01 - ELABORADO CON PIEDRA TRITURADA 1/2"**

N°	Descripción	Codigo De La viga	Modulo de Rotura Teorico Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Ancho de Viga	Alto de Viga	Largo de Viga	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	"P" - Carga De Rotura (kg)	I - Luz Libre Entre Apoyos (cm)	b - Ancho Secc de Falla (cm)	h - Alto Secc de Falla (cm)	Ubicación de la Fractura	a - Dist. Entre Apoyo y Fractura	Modulo de Rotura Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Defecto del Especimen
1	Ensayo N° 01	P - 01	33.9 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.10 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	3,128.50 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.10 cm	Dentro del Tercio Medio		45.74 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
2	Ensayo N° 02	P - 02	33.9 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.00 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	3,358.50 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	Dentro del Tercio Medio		49.76 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
3	Ensayo N° 03	P - 03	33.9 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.10 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	3,165.00 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.10 cm	Dentro del Tercio Medio		46.27 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
-	Promedio	-	33.9 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.07 cm	54.00 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47.25 kg/cm <sup>2</sup>	-

**RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS (a/c = 0.56) - CONCRETO TIPO 02 - ELABORADO CON PIEDRA GRAVA 1/2"**

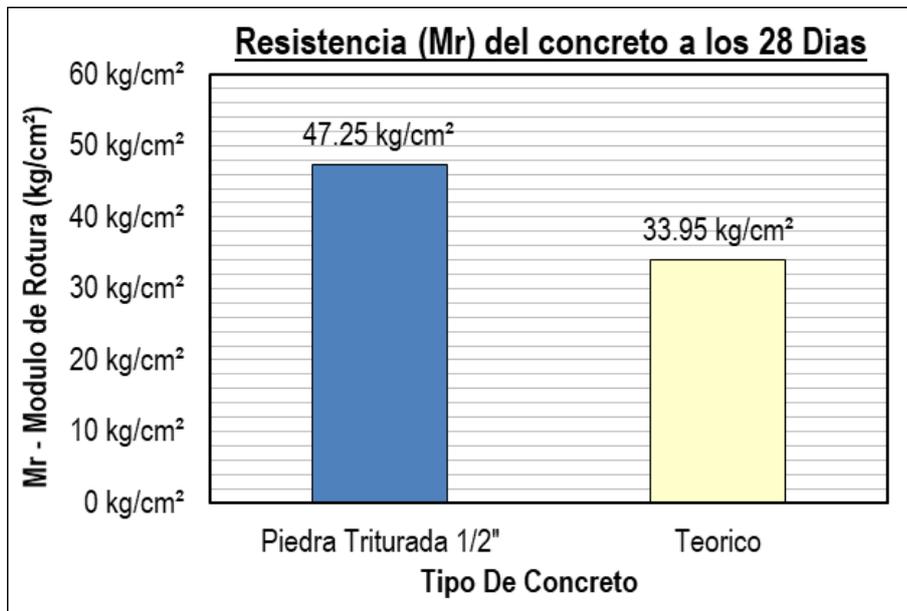
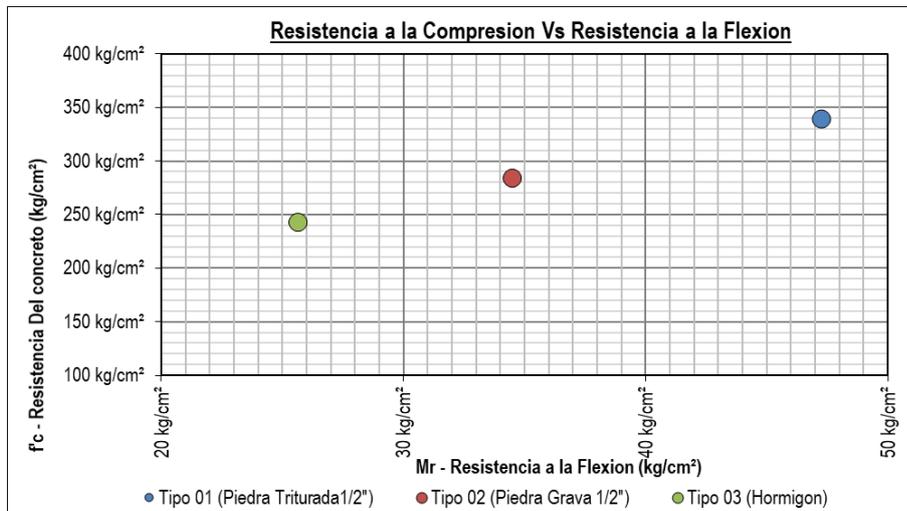
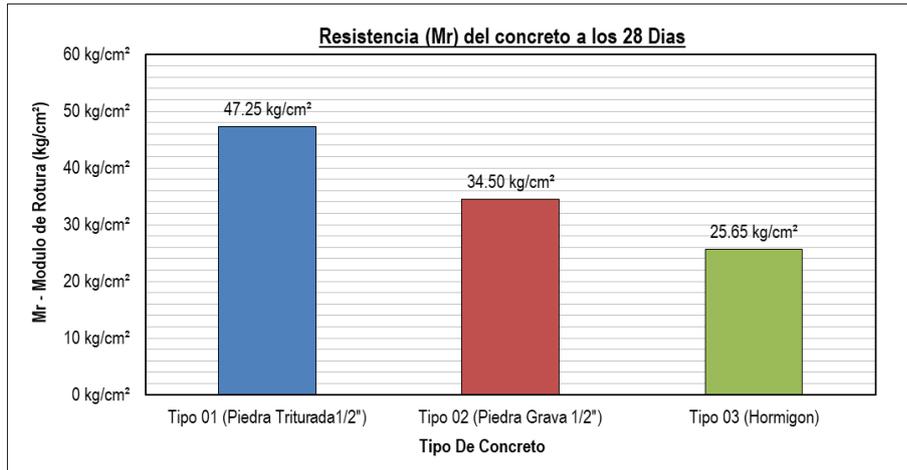
N°	Descripción	Codigo De La viga	Modulo de Rotura Teorico Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Ancho de Viga	Alto de Viga	Largo de Viga	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	"P" - Carga De Rotura (kg)	I - Luz Libre Entre Apoyos (cm)	b - Ancho Secc de Falla (cm)	h - Alto Secc de Falla (cm)	Ubicación de la Fractura	a - Dist. Entre Apoyo y Fractura	Modulo de Rotura Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Defecto del Especimen
1	Ensayo N° 04	G - 01	28.4 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.00 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	2,254.50 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	Dentro del Tercio Medio		33.40 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
2	Ensayo N° 05	G - 02	28.4 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.20 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	2,303.00 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.20 cm	Dentro del Tercio Medio		33.23 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
3	Ensayo N° 06	G - 03	28.4 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.00 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	2,489.00 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	Dentro del Tercio Medio		36.87 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
-	Promedio	-	28.4 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.07 cm	54.00 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.50 kg/cm <sup>2</sup>	-

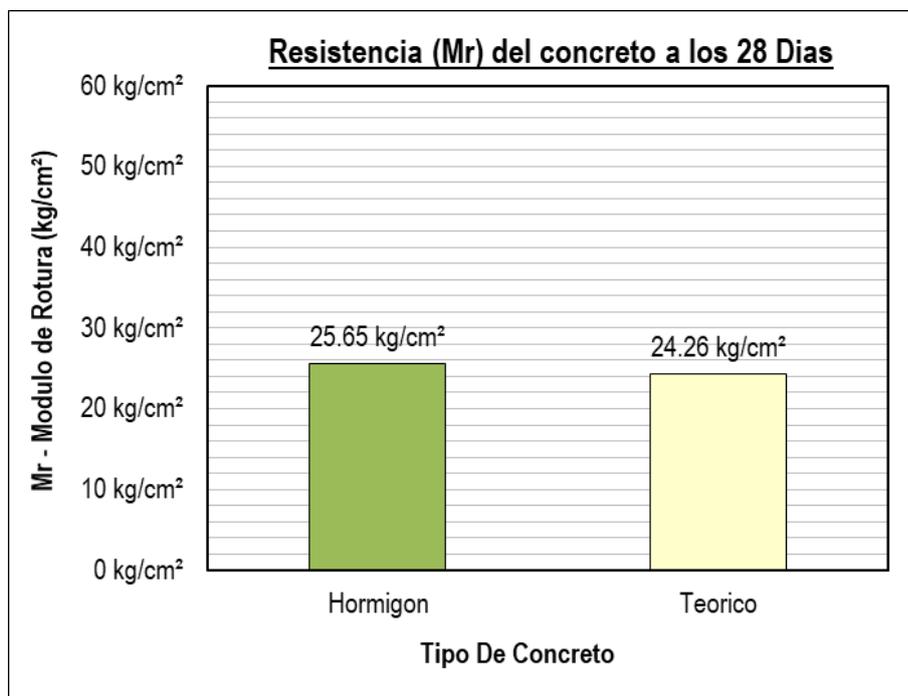
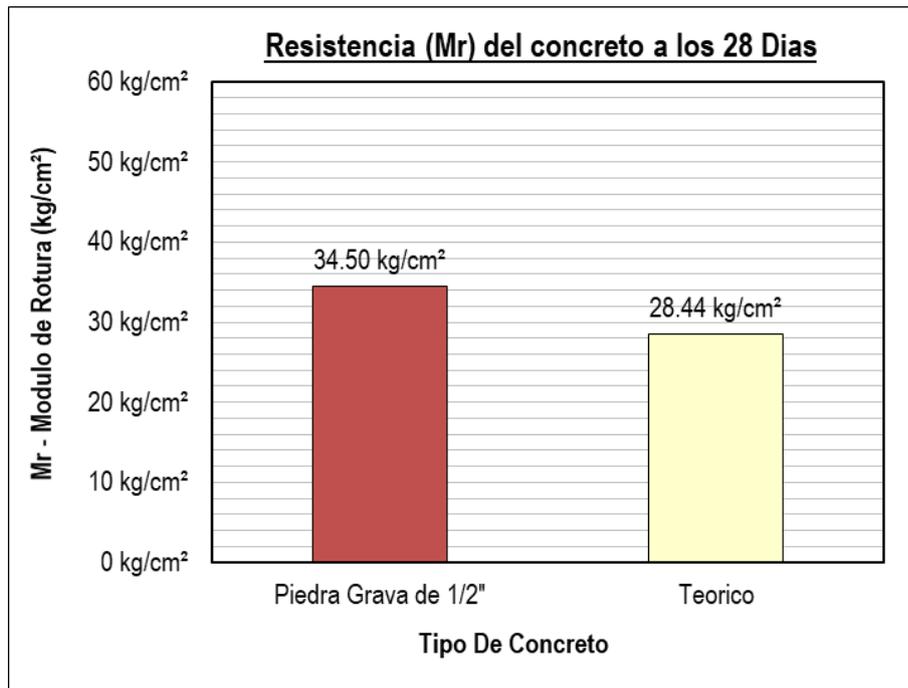
**RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS (a/c =0.56) - CONCRETO TIPO 03 - ELABORADO CON HORMIGON**

N° Descripción	Codigo De La viga	Modulo de Rotura Teorico Mir (kg/cm <sup>2</sup> )	Ancho de Viga	Alto de Viga	Largo de Viga	Fecha De Muestreo	Fecha De Rotura	Edad Muestra (Dias)	"P" - Carga De Rotura (kg)	I - Luz Libre Entre Apoyos (cm)	b - Ancho Secc de Falla (cm)	h - Alto Secc de Falla (cm)	Ubicación de la Fractura	a - Dist. Entre Apoyo y Fractura	Modulo de Rotura Mir (kg/cm <sup>2</sup> )	Defecto del Especimen
1 Ensayo N° 07	H-01	24.3 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.00 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	1,747.00 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.00 cm	Dentro del Tercio Medio		25.88 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
2 Ensayo N° 08	H-02	24.3 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.10 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	1,895.50 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.10 cm	Dentro del Tercio Medio		27.71 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
3 Ensayo N° 09	H-03	24.3 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.10 cm	54.00 cm	29/04/2022	27/05/2022	28 dias	1,598.00 kg	50.00 cm	15.00 cm	15.10 cm	Dentro del Tercio Medio		23.36 kg/cm <sup>2</sup>	Sin Defecto
- Promedio	-	24.3 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.07 cm	54.00 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.65 kg/cm <sup>2</sup>	

**RESUMEN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGAS (a/c =0.56)**

N° Descripción	Codigo De La viga	Modulo de Rotura Teorico Mir (kg/cm <sup>2</sup> )	Ancho de Viga	Alto de Viga	Largo de Viga	Relacion a/c	Edad Muestra (Dias)	Tipo De Agregado	Resistencia f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo de Rotura Mir (kg/cm <sup>2</sup> )	% Respecto al Patron	Dif. Resp. Patron (%)	(Mir/f'c) en %	Observaciones
1 Tipo 01	P	33.9 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.07 cm	54.00 cm	0.56	28 dias	Piedra Triturada 1/2"	339.46 kg/cm <sup>2</sup>	47.25 kg/cm <sup>2</sup>	100.00 %	0.00 %	13.92 %	
2 Tipo 02	G	28.4 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.07 cm	54.00 cm	0.56	28 dias	Piedra Grava de 1/2"	284.43 kg/cm <sup>2</sup>	34.50 kg/cm <sup>2</sup>	73.02 %	26.98 %	12.13 %	
3 Tipo 03	H	24.3 kg/cm <sup>2</sup>	15.00 cm	15.07 cm	54.00 cm	0.56	28 dias	Hormigon	242.61 kg/cm <sup>2</sup>	25.65 kg/cm <sup>2</sup>	54.29 %	45.71 %	10.57 %	





**CORRELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA FLEXION Y LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESION**

N°	Descripción	Codigo De La viga	Resistencia f'c (kg/cm²)	Modulo de Rotura Mr (kg/cm²)	Constante "k"	Tipo Material	$MR = k(f'c^{1/2})$
1	Tipo 01	P	339.46 kg/cm²	47.25 kg/cm²	2.56	Piedra Triturada	El módulo de rotura presenta valores que varían entre un 10% y un 20% de la resistencia a la compresión. Una relación aproximada, es la que se indica.
2	Tipo 02	G	284.43 kg/cm²	34.50 kg/cm²	2.05	Piedra Grava	
3	Tipo 03	H	242.61 kg/cm²	25.65 kg/cm²	1.65	Hormigon	

\* La constante "k" varía de 2 a 2.7 en concretos de la ciudad

Modulo de Rotura Piedra Triturada - Patron			Modulo de Rotura Piedra Grava		
Arena/Piedra (A/P)	Agua/Cemento		Arena/Piedra (A/G)	Agua/Cemento	
	(a/c)	28 días		(a/c)	28 días
A:34.56% P:31.53%	0.56	47.25 kg/cm²	A:34.56% G:31.53%	0.56	34.50 kg/cm²

Modulo de Rotura Hormigon		
Hormigon (A/G)	Agua/Cemento	
	(a/c)	28 días
A:26.92% G:39.16%	0.56	25.65 kg/cm²

N°	Descripción	Modulo de Rotura Mr (kg/cm²)	% Respecto al Patron
1	Tipo 01 - Piedra Triturada	47.25 kg/cm²	100.00 %
2	Tipo 02 - Piedra Grava	34.50 kg/cm²	73.02 %
3	Tipo 03 - Hormigon	25.65 kg/cm²	54.29 %

N°	Descripción	Resistencia f'c (kg/cm²)	Modulo de Rotura Mr (kg/cm²)	% Mr Respecto F'c
1	Tipo 01 - Piedra Triturada	339.46 kg/cm²	47.25 kg/cm²	13.92 %
2	Tipo 02 - Piedra Grava	284.43 kg/cm²	34.50 kg/cm²	12.13 %
3	Tipo 03 - Hormigon	242.61 kg/cm²	25.65 kg/cm²	10.57 %

N°	Descripción	Modulo de Rotura Mr (kg/cm²)	% Diferencia Respecto Al Patron
1	Tipo 01 - Piedra Triturada	47.25 kg/cm²	0.00 kg/cm²
2	Tipo 02 - Piedra Grava	34.50 kg/cm²	12.75 kg/cm²
3	Tipo 03 - Hormigon	25.65 kg/cm²	21.60 kg/cm²

**A5.6 COSTO DE CONCRETO POR M<sup>3</sup>**

**PROYECTO: "DETERMINACIÓN Y DIFERENCIACIÓN DE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, ELABORADAS CON PIEDRA TRITURADA, GRAVA Y HORMIGÓN EN LA CIUDAD DE PASCO - 2021"**

Ubicación Del Proyecto: Yanacancha - Pasco	Cantera: Cochamarca	Resistencia fc: 210 kg/cm <sup>2</sup>
Elaborado Por: Bach. Sánchez Huamán Luis Nelson	Fecha de Ensayo: 29/04/2022	Laboratorio: ZEMCO SAC
Ubicación De La Cantera: C.P. Cochamarca - Vicco - Pasco	Uso del Material: Concreb	Observación: _____

**Dosificación en kg por 1 m<sup>3</sup>**

N°	Descripción	Cemento Por Tanda	Agregado Fino Por Tanda	Agregado Grueso Por Tanda	Agua Por Tanda	Vol Producido	Cemento Por m <sup>3</sup>	Agregado Fino Por m <sup>3</sup>	Agregado Grueso Por m <sup>3</sup>	Agua Por m <sup>3</sup>
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	19.47 kg	51.52 kg	39.51 kg	9.29 kg	0.050 m <sup>3</sup>	389.71 kg	1,031.15 kg	790.76 kg	185.96 kg
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	19.47 kg	51.52 kg	39.47 kg	10.05 kg	0.050 m <sup>3</sup>	388.69 kg	1,028.45 kg	788.03 kg	200.58 kg
3	Tipo 03 (hormigón)	19.47 kg	89.28 kg		10.83 kg	0.049 m <sup>3</sup>	394.01 kg	1,806.78 kg		219.15 kg

**Proporción en kg para 1 m<sup>3</sup>**

N°	Descripción	Cemento Por kg	Agregado Fino Por kg	Agregado Grueso Por kg	Agua Por kg
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	1.000	2.646	2.029	0.477
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	1.000	2.646	2.027	0.516
3	Tipo 03 (hormigón)	1.00	4.59		0.56

**Pesos Unitarios**

	Peso Especifico Cemento	PUS Agregado Fino	PUS Agregado Grueso	Peso especifico Agua
→	1,501 kg/m <sup>3</sup>	1,673 kg/m <sup>3</sup>	1,296 kg/m <sup>3</sup>	1,000 kg/m <sup>3</sup>
→	1,501 kg/m <sup>3</sup>	1,673 kg/m <sup>3</sup>	1,458 kg/m <sup>3</sup>	1,000 kg/m <sup>3</sup>
→	1,501 kg/m <sup>3</sup>	1,879 kg/m <sup>3</sup>		1,000 kg/m <sup>3</sup>

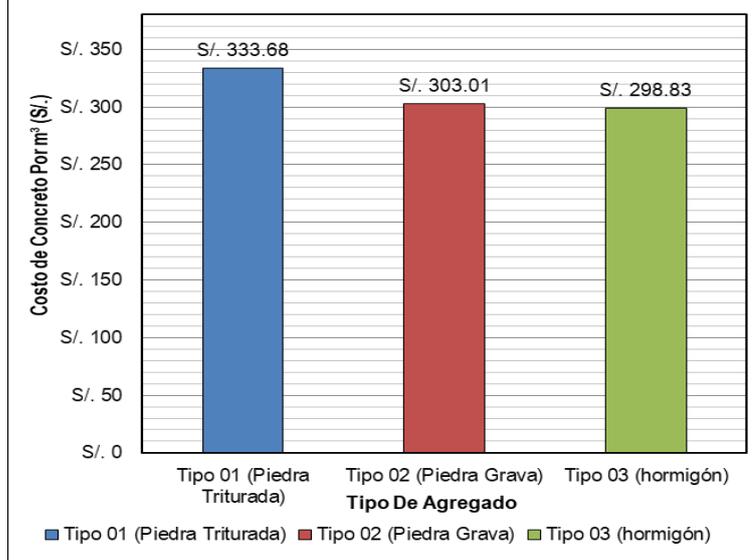
**Dosificación en Volumen por 1 m<sup>3</sup>**

N°	Descripción	Cemento Por Bls	Agregado Fino Por m <sup>3</sup>	Agregado Grueso Por m <sup>3</sup>	Agua Por lts
1	Tipo 01 (Piedra Triturada)	9.17 bls	0.6164 m <sup>3</sup>	0.6101 m <sup>3</sup>	0.1860 m <sup>3</sup>
2	Tipo 02 (Piedra Grava)	9.15 bls	0.6148 m <sup>3</sup>	0.5405 m <sup>3</sup>	0.2006 m <sup>3</sup>
3	Tipo 03 (hormigón)	9.27 bls	0.9617 m <sup>3</sup>		0.2191 m <sup>3</sup>

**Costo De Materiales Incl/gv**

Descripción	Cemento Por Bls	Agregado Fino Por m <sup>3</sup>	Agregado Grueso Por m <sup>3</sup>	Agua Por lts
Tipo 01 (Piedra Triturada)	S/. 27.00	S/. 51.00	S/. 89.00	S/. 1.97
Tipo 02 (Piedra Grava)	S/. 27.00	S/. 51.00	S/. 45.00	S/. 1.97
Tipo 03 (hormigón)	S/. 27.00	S/. 50.00		S/. 1.97

**Costo de Concreto Según el Tipo De Agregado**



## **ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS**

El presente anexo presenta una breve descripción de los ensayos para la determinación de las propiedades físicas de los agregados, acompañados por un panel fotográfico del procedimiento de cada uno de los ensayos realizados por el tesista, los cuales son:

A6.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

A6.2. PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS

A6.3. PESO ESPECÍFICO - GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

A6.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

A6.5. CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

## **A6.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS**

### **1. Objeto**

Determinar la distribución de las partículas del agregado fino y grueso de una muestra seca de peso conocido, con la ayuda de una serie de tamices de aberturas cuadradas estandarizadas.

### **2. Finalidad y Alcance**

Corresponde a la determinación de la gradación de los agregados o los que serán usados para tal fin.

Los resultados sirven para controlar el cumplimiento de la distribución del tamaño de las partículas con las exigencias normativas y especificaciones existentes.

En este ensayo no son considerados materiales que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200).

### **3. Referencias Normativas**

- ✓ NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso.
- ✓ MTC E 204: Análisis Granulométrico De Agregados Gruesos y Finos

### **4. Equipos**

- ✓ Balanzas
- ✓ Estufa/horno
- ✓ Tamices
- ✓ Otros accesorios secundarios

## **5. Procedimiento**

Si inicia con el secado de la muestra extraída a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , hasta conseguir peso constante, si se cree conveniente se podrá obviar este paso en agregados gruesos según lo indicado en las normas.

Escoger la serie de tamices a usar y ensamblarlas en orden decreciente, para luego efectuar el tamizado de forma manual o por algún medio mecánico tamizador durante un adecuado periodo.

Se debe procurar que no se causen daños a las mallas del tamiz con sobrecargas de material.

Culminado el tamizado se determina el peso retenido en cada tamiz, mediante una balanza y se verifica el peso total que no debe variar en más de un 0.3%.

Si se realizó el procedimiento por el método de lavado se deberá adicionar el peso del material que atravesó la malla N°200 ( $75 \mu\text{m}$ ).

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## **6. Panel Fotográfico del Ensayo**

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo de granulometría realizados para los diferentes agregados (Piedra Chancada, Grava, Arena y Hormigón), de la presente investigación.

**Imagen N° 01. Equipo (Balanza)**



**Imagen N° 02. Equipo (Horno)**



**Imagen N° 03. Equipo (Tamices)**



**Imagen N° 04. Muestreo (Piedra Chancada)**



**Imagen N° 05. Muestreo (Piedra Grava)**



**Imagen N° 06. Muestreo (Arena)**



**Imagen N° 07. Muestreo (Hormigón)**



**Imagen N° 08. Secado de muestras**



**Imagen N° 09.** Tamizado de muestra



**Imagen N° 10.** Determinación del peso de la muestra retenido en cada tamiz.



## **A6.2. PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS**

### **1. Objeto**

Determinar en los agregados finos y gruesos o combinados, el peso unitario suelto o compacto, así como el porcentaje de vacíos correspondiente, método utilizado a agregados con un tamaño máximo nominal de 150 mm (6”).

### **2. Finalidad y Alcance**

Utilizados para realizar diseños de mezcla de concreto en la investigación, pueden ser usados también para conversiones de masa y volumen de agregado.

### **3. Referencias Normativas**

- ✓ NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados.
- ✓ MTC E 203 Peso Unitario Y Vacíos De Los Agregados

### **4. Equipos y Materiales**

- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente, varilla compactadora y pala de mano
- ✓ Equipo de calibración

### **5. Procedimiento**

Obtenida la muestra según NTP 400.010, se realiza el secado a peso constante en un horno a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Para el caso del peso unitario suelto, el recipiente previamente pesado se llenará con una cuchara con una altura de descarga máxima de 2”, hasta que rebose dicho recipiente, luego con una regla metálica se eliminara el material sobrante, después del cual se determina el peso total del recipiente más la muestra y se registrarán dichos pesos para los cálculos.

Para el caso del peso unitario compacto, método para agregados de 11/2" y menores, pesado el recipiente inicialmente, se procede a llenar el recipiente con la muestra hasta una tercera parte la cual es emparejada con los dedos, y es aplicada una serie de 25 golpes distribuidos uniformemente por medio de una varilla de extremo semiesférico.

Se llena las dos tercias del recipiente se vuelve a emparejar y se aplica una serie de golpes igual que la indicada línea arriba.

Finalmente llenar el recipiente en su totalidad y aplicar una serie de golpes según lo indicado anteriormente, enrazar la superficie y determinar los pesos.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## **6. Panel Fotográfico del Ensayo**

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo peso unitario de los agregados (Arena, Piedra chancada, Piedra Grava y Hormigón).

### **Imagen N° 01. Balanzas**



**Imagen N° 02. Recipiente cilíndrico y varilla**



**Imagen N° 03. Peso unitario suelto**



**Imagen N° 04.** Peso unitario compactó



**Imagen N° 05.** Determinación del peso de la muestra



### **A6.3. PESO ESPECÍFICO - GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS**

#### **1. Objeto**

Determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción.

#### **2. Finalidad y Alcance**

El peso específico será usado para calcular el volumen ocupado por los agregados en las mezclas de concreto, en nuestro caso.

El peso específico aparente, no muy usado en la tecnología de agregados, corresponde a aquel peso que no incluye el espacio poroso dentro de ellas.

La absorción será usada para determinar el cambio de masa de un agregado originada por la absorción del agua.

Estos se aplican para establecer el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción de agregado fino, (Método no aplicable a agregados ligeros).

#### **3. Referencias Normativas**

- ✓ NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino
- ✓ MTC E 205 Gravedad Especifica Y Absorción De Agregados Finos

#### **4. Equipos y Materiales**

- ✓ Balanza, Horno
- ✓ Frasco volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad
- ✓ Molde cónico con varilla para apisonado

#### **5. Procedimiento**

Introducir una muestra de arena saturada, 500gr en un frasco, para luego llenarlo parcialmente con agua a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C y alcanzar la medida

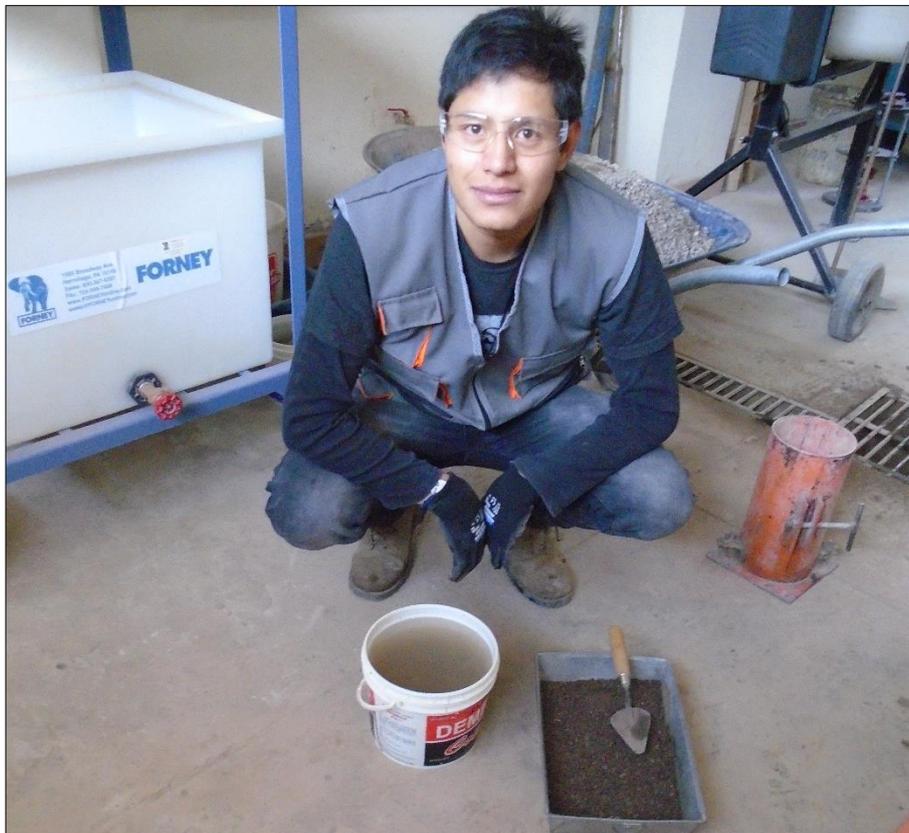
de 500cm<sup>3</sup>, agitar, rodar e invertir el frasco, por medio manual o mecánico, para eliminar burbujas existentes, por un periodo aproximado de 15 a 20 minutos. Regular la temperatura del frasco a  $23 \pm 2$  °C y llenarlo hasta la capacidad calibrada y determinar el peso de frasco más espécimen más agua. Retirar el agregado fino del frasco y secarlo hasta obtener peso constante a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, enfriar y pesar.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## 6. Panel Fotográfico del Ensayo

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo peso específico (gravedad específica) así como de absorción del agregado fino.

### Imagen N° 01. Saturación de la muestra



**Imagen N° 02.** Secado de la muestra hasta la condición SSS



**Imagen N° 03.** Verificación de la condición SSS



**Imagen N° 04.** Peso del picnómetro con agua



**Imagen N° 05.** Peso de la muestra SSS



**Imagen N° 06.** Muestra en el picnómetro con agua



**Imagen N° 07.** Eliminación de aire del picnómetro



**Imagen N° 08.** Peso del picnómetro con agua y muestra



**Imagen N° 09.** Retiro de la muestra del picnómetro



**Imagen N° 10.** Secado al horno de la muestra



**Imagen N° 11.** Peso de la muestra seca



## **A6.4 - PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS**

### **1. Objeto**

Procedimiento para determinar el peso específico; seco, saturado, con superficie seca, aparente y la absorción del agregado grueso.

### **2. Finalidad y Alcance**

El ensayo se realiza con la muestra sumergida anteriormente por 24 horas, lo que garantiza que los poros existentes son llenados, después de ello se seca la superficie de las partículas y se pesa, para luego ser pesada mientras es sumergida en agua, culminado esto la muestra es retirada y secada en el horno para pesarla por última vez.

Con los datos obtenidos se realizan los cálculos respectivos.

### **3. Referencias Normativas**

- ✓ NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
- ✓ MTC E 206: Peso Específico Y Absorción De Agregados Gruesos.

### **4. Equipos**

- ✓ Balanza
- ✓ Cesta con malla de alambre
- ✓ Depósito de agua
- ✓ Tamices
- ✓ Estufa

## 5. Procedimiento

Sumergimos el agregado en agua por un periodo de  $24 \pm 4$  horas, secar con un paño hasta desaparecer la humedad superficial, película visible del agua, y obtener el peso en esta condición, saturación con superficie seca.

Después colocar la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua, (tener cuidado en removerlo para eliminar el aire existente en la muestra), peso sumergido, a una temperatura entre  $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Secar la muestra hasta obtener peso constante y registrar el peso de la muestra seca, con los datos obtenidos realizar los cálculos.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## 6. Panel Fotográfico del Ensayo

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo peso específico (gravedad específica) así como de absorción del agregado grueso.

**Imagen N° 01.** Saturación de la muestra



**Imagen N° 02.** Muestras a ensayar



**Imagen N° 03.** Peso de la muestra sumergida



**Imagen N° 04.** Secado de la muestra hasta la condición SSS



**Imagen N° 05.** Peso de la muestra SSS



**Imagen N° 06.** Secado al horno de la muestra



**Imagen N° 07.** Peso de la muestra seca



## **A6.5 - CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO**

### **1. Objeto**

Determinar en los agregados finos y gruesos el contenido de humedad en porcentaje evaporable por secado.

### **2. Finalidad y Alcance**

Determinar la humedad evaporable, (superficial y contenida en los poros), del agregado, no considera aquella agua que no es posible a evaporar.

### **3. Referencias Normativas**

- ✓ NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- ✓ MTC E 215: Método De Ensayo Para Contenido De Humedad Total De Los Agregados Por Secado.

### **4. Equipos**

- ✓ Balanza
- ✓ Fuente de calor
- ✓ Recipiente para la muestra

### **5. Procedimiento**

Determinar la masa de la muestra húmeda, secar la muestra hasta peso constantes, evitar pérdida de partículas en el proceso, y determinara los pesos correspondientes.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## 6. Panel Fotográfico del Ensayo

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo de contenido de humedad de los agregados (Arena, Piedra chancada, Piedra Grava y Hormigón).

**Imagen N° 01.** Peso de recipiente vacío



**Imagen N° 02 –** Peso de muestras humedad



**Imagen N° 03 – Secado al horno de las muestras**



**Imagen N° 04 – Peso de la muestra seca**



## **ANEXO N° 7. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO**

En este anexo se presentan el procedimiento de los ensayos realizados para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados, así como el panel fotográfico correspondiente a cada procedimiento de ensayo.

A7.1 - ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

A7.2 - PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN (RENDIMIENTO) Y CONTENIDO DE AIRE (GRAVIMÉTRICO)

A7.3 - PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO

A7.4 - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILÍNDRICOS

A7.5 - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

## **A7.1 - ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)**

### **1. Objeto**

Establecer los procedimientos para la determinación del asentamiento del concreto en laboratorio y obras.

### **2. Finalidad y Alcance**

Ensayo no valido para concretos fluidos, (asentamiento mayor a 9”), o no plástico (asentamiento menor a 1/2”) o con agregados superiores a 1 1/2”, para el cual se dará un tratamiento especial.

### **3. Referencias Normativas**

- ✓ NTP 339.035 Hormigón (Concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.
- ✓ MTC E 705, Asentamiento Del Concreto (Slump)
- ✓ AASHTO: T 119M Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.
- ✓ ASTM: C 143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

### **4. Equipo**

- ✓ Molde: Molde metálico de espesor 1,14 mm (0,045”), con forma interior de superficie lateral de un tronco de cono de  $203 \pm 2$  mm, de diámetro en la base inferior,  $102 \pm 2$  mm, de diámetro en la base superior y  $305 \pm 2$  mm de altura. El molde debe tener agarraderas y mecanismos para sujetarlo con los pies.
- ✓ Varilla compactadora: Varilla de acero liso cilíndrica de 5/8” y 0.60m de largo, con termina semi esférico.

## **5. Procedimiento**

Humedecer el molde y colocarlo sobre una superficie nivelada, plana y húmeda que no absorbe agua, sujetar el molde con los pies y llenar la mezcla en tres partes, cada uno con un tercio del volumen del molde, (Primera altura 67mm, segunda altura 155mm), cada capa será compactada con 25 golpes de la varilla descrita anteriormente, distribuidos de forma uniforme en forma espiral.

En la capa superior apilar la mezcla un poco más, antes de compactar, culminada la compactación alisar a ras la superficie.

Alzar el molde cuidadosamente en forma vertical, tiempo aproximado de  $5 \pm 2$  segundos, el ensayo debe hacer máximo 5 minutos después de tomada la muestra.

Se mide el asentamiento y se determina la diferencia de altura en la base superior de la muestra.

Si se presentan derrumbes o desprendimientos a un lado el ensayo es no válido.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## **6. Panel Fotográfico del Ensayo**

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo realizado al diferente tipo de concreto.

**Imagen N° 01.** Equipo necesario



**Imagen N° 02.** Asentamiento a concreto tipo 1 (Piedra Triturada)



**Imagen N° 03.** Asentamiento a concreto tipo 2 (Grava)



**Imagen N° 04.** Asentamiento a concreto tipo 3 (Hormigón)



## **A7.2 - PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN (RENDIMIENTO) Y CONTENIDO DE AIRE (GRAVIMÉTRICO)**

### **1. Objeto**

Calcular el peso unitario, densidad, del concreto fresco para el cálculo de rendimientos, contenido cemento y aire.

### **2. Finalidad Y Alcance**

Se refiere al volumen del concreto que se genera con la preparación de una cierta cantidad de materiales conocidos.

### **3. Referencia Normativa**

- ✓ NTP 339.046 Hormigón (Concreto), Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.
- ✓ MTC E 714 - Peso Unitario De Producción (Rendimiento) Y Contenido De Aire (Gravimétrico)
- ✓ ASTM C 138 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.
- ✓ AASHTO T 121 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

### **4. Equipos y Materiales**

- ✓ Balanza
- ✓ Varilla compactadora
- ✓ Vibrador interno
- ✓ Medidor
- ✓ Placa enrasadora
- ✓ Equipo de calibración
- ✓ Martillos

✓ Otros de menor importancia

## **5. Procedimiento**

Se colocará la mezcla de concreto en tres capas las cuales serán compactadas con 25 golpes de la varilla lisa de 5/8" respectivamente, dichos golpes serán distribuidos en su sección transversal, después de cada capa compactada se golpeará a los costados del recipiente entre 10 y 15 veces, con el objetivo de cerrar los orificios generados por la varilla y eliminar aire.

Terminada la compactación y golpeo, enrasar la superficie del concreto con una placa enrasadora.

Después del enrasado limpiar los restos de concreto existentes en el molde y determinar el peso del recipiente más la muestra.

Previamente se determinó el peso del molde, así como su volumen, y con todos los datos se realizan los cálculos correspondientes.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## **6. Panel Fotográfico del Ensayo**

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo de peso unitario del concreto según tipos.

**Imagen N° 01.** Colocado y compactado de la muestra



**Imagen N° 02.** Eliminación de vacío



**Imagen N° 03.** Enrasado de la muestra



**Imagen N° 04.** Peso de muestras y recipiente



## **A7.3 - PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO**

### **1. Objeto**

Determinar el peso unitario seco del concreto endurecido a los 28 días de elaborado.

### **2. Finalidad y Alcance**

El ensayo consiste en determinar el peso del molde cilíndrico de concreto endurecido y el volumen correspondiente y así determinar el peso unitario del concreto endurecido.

### **3. Equipos:**

- ✓ Balanza
- ✓ Varilla compactadora
- ✓ Medidor
- ✓ Placa enrasadora
- ✓ Equipo de calibración
- ✓ Martillos

### **4. Procedimiento:**

El procedimiento es el mismo que corresponde para la fabricación de cilindros de concreto para la determinación de la resistencia a la compresión testigos cilíndricos.

Luego de transcurrido los 28 días, la muestra es pesada y es determinada su volumen correspondiente.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

**5. Panel Fotográfico:**

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo de peso unitario del concreto endurecido según tipos.

**Imagen N° 01.** Dosificación para la mezcla



**Imagen N° 02.** Preparado de la mezcla



**Imagen N° 03. Varillado de la mezcla**



**Imagen N° 04. Eliminación de aire de la mezcla**



**Imagen N° 05.** Enrasado de la muestra



**Imagen N° 06.** Pesado de la muestra seca



## **A7.4 - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILÍNDRICOS**

### **1. Objeto**

Corresponde la fabricación de moldes cilíndricos de concreto de los cuales se determinará la resistencia a la compresión, valido para concretos con un peso unitario superiores a  $800 \text{ kg/m}^3$  ( $50 \text{ lb/pe}^3$ ).

### **2. Finalidad y Alcance**

Comprende la aplicación de una carga axial a la muestra cilíndrica de concreto con una velocidad de carga prescrita hasta la falla del elemento.

La resistencia se calcula dividiendo la carga de falla aplicada entre la sección transversal de la probeta.

### **3. Referencias Normativas**

- ✓ NTP 339.034 HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
- ✓ ASTM C 39- 39M-2005e2 Standard Test Method compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
- ✓ AASHTO T 22-2005 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete.
- ✓ MTC E 704: Resistencia A La Compresión Testigos Cilíndricos

### **4. Equipo y Materiales**

- ✓ Máquina de Ensayo: Máquina de ensayo con determinada capacidad de carga y cumplan con las condiciones de velocidad normada.
- ✓ Se utilizan otros implementos secundarios.

## **5. Procedimiento**

Se limpia los bloques de carga con un paño, y se coloca el espécimen sobre base inferior, alineando con el centro de presión de cargas y se coloca el bloque de carga superior.

Se alinea cuidadosamente el eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior.

Él debe colocar el indicador de cargas en cero antes de iniciar el ensayo.

Se aplicará la carga de forma continúa evitando que sea brusca la tasa de aplicación estará comprendida el rango de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s ( $35 \pm 7$  psi/s).

Se aplicará la carga hasta el descenso de la misma y el cilindro muestra la falla correspondiente.

Se registra el patrón de falla y la carga máxima alcanzada en el ensayo.

El registro se efectúa según lo estipulado en las normas vigentes, esto previa inspección de las muestras falladas e identificación de tipo de falla.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## **6. Panel Fotográfico del Ensayo**

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo de resistencia a la compresión del concreto según tipos.

**Imagen N° 01.** Preparado de la mezcla



**Imagen N° 02.** Compactado de la muestra



**Imagen N° 03. Eliminación de vacío**



**Imagen N° 04. Muestras para rotura**



**Imagen N° 05. Rotura de muestra**



**Imagen N° 06. Muestra fallada**



## **A7.5 - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**

### **1. Objeto**

Determinar la resistencia a la flexión por medio de una viga de concreto cargada a los tercios de la luz.

### **2. Finalidad y Alcance**

Determinar el módulo de rotura del concreto, resistencia al momento flector de la viga en MPa (lb/pulg<sup>2</sup>).

### **3. Referencias Normativas**

- ✓ NTP 339.078 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
- ✓ ASTM C 78 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading).
- ✓ AASHTO T 97 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading).

### **4. Equipos y Materiales**

Máquina de ensayo: Debe cumplir con los requerimientos exigidos en las normas correspondientes.

Se utilizará también algunos accesorios secundarios para la ejecución del ensayo.

### **5. Muestra**

La distancia libre entre los apoyos debe ser mínimamente tres veces su altura con un margen de error de 2%, los lados de la muestra serán tales que deben formar ángulos rectos con las caras de la muestra.

## **6. Procedimiento**

Las muestras serán identificadas y señaladas en los puntos de apoyos previa a la colocación en la máquina de ensayo.

La muestra se centra sobre los bloques de carga, se centra el sistema de carga con respecto a la fuerza aplicada.

Se colocan los bloques de aplicación de la carga en contacto con la viga de concreto en los puntos tercios entre los soportes.

Se procede a aplicar la carga entre el 3% y el 6% de la carga estimada última, esta carga se aplicará de manera continua sin sobresaltos, con una tasa incremental constante hasta que ocurra la rotura.

## **7. Medición de la Muestra Después del Ensayo.**

Se tomarán 3 medidas de cada dimensión, una en cada borde y una en el centro, con una precisión de 1,3 mm, esto para poder determinar el ancho promedio, la altura promedio y la ubicación de la línea de fractura de la viga en la sección de falla.

En este ítem se describió de manera simple y resumida el procedimiento realizado con las actividades más importantes, el procedimiento completo se encuentra indicado en las normas correspondientes.

## **8. Panel Fotográfico del Ensayo**

A continuación, se presenta el panel fotográfico resumido del ensayo de resistencia a la flexión del concreto según tipos.

**Imagen N° 01.** Trazo del eje de viga



**Imagen N° 02.** Colocado de la muestra



**Imagen N° 03.** Rotura de muestra



**Imagen N° 04.** Muestra fallada



**CUESTIONARIO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO**

<b>TITULO DE TESIS</b>	:	<b>"Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco - 2021"</b>
<b>Apellido y Nombre del investigador</b>	:	<b>Bach. Luis Nelson, SÁNCHEZ HUAMÁN</b>

<b>Apellido y Nombre del experto</b>	:	<i>Luis E. Torres Gomez</i>
<b>Profesión</b>	:	<b>ING. CIVIL CIP: 233013</b>

Estimado Experto: La presente encuesta corresponde a un estudio de investigación sobre la Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Región De Arequipa. La encuesta no es anónima, por lo que le solicitamos su sinceridad en sus respuestas.

Instrucción:

Valores marcando con una "X" según el indicador mostrado debajo, para poder evaluar a los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación de la "Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco - 2021", según la escala del 1 al 5, donde 1 es (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (indeciso), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo).

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia profesional cree usted que es importante realizar fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento?					X
2	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas ASTM D-422 para obtener excelentes resultados?				X	
3	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir las propiedades del concreto NTP 339.034 para obtener excelentes resultados?				X	
4	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir sus propiedades físicas y mecánicas del concreto fresco NTP 339.184 para obtener excelentes resultados?					X
5	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir la trabajabilidad del concreto según la norma ASTM C 143 para obtener excelentes resultados?				X	
6	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir la densidad del concreto fresco ASTM C 138 para obtener excelentes resultados?					X
7	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas ASTM D-422 para obtener excelentes resultados?					X
8	¿De acuerdo a su experiencia profesional cree usted que el planteamiento de Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón?					X

Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indeciso	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Fuente propia: Validación de instrumento experto



CUESTIONARIO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

TITULO DE TESIS	:	"Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco - 2021"
Apellido y Nombre del investigador	:	Bach. Luis Nelson, SÁNCHEZ HUAMÁN

Apellido y Nombre del experto	:	LUQUILLAS PUENTE, LEONCIO ELMER
Profesión	:	ING. CIVIL CIP: 61553

Estimado Experto: La presente encuesta corresponde a un estudio de investigación sobre la Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Región De Arequipa. La encuesta no es anónima, por lo que le solicitamos su sinceridad en sus respuestas.

Instrucción:

Valores marcando con una "X" según el indicador mostrado debajo, para poder evaluar a los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación de la "Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco - 2021", según la escala del 1 al 5, donde 1 es (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (indeciso), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo).

Nº	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia profesional cree usted que es importante realizar fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento?					X
2	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas ASTM D-422 para obtener excelentes resultados?				X	
3	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir las propiedades del concreto NTP 339.034 para obtener excelentes resultados?					X
4	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir sus propiedades físicas y mecánicas del concreto fresco NTP 339.184 para obtener excelentes resultados?				X	
5	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir la trabajabilidad del concreto según la norma ASTM C 143 para obtener excelentes resultados?				X	
6	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir la densidad del concreto fresco ASTM C 138 para obtener excelentes resultados?				X	
7	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas ASTM D-422 para obtener excelentes resultados?					X
8	¿De acuerdo a su experiencia profesional cree usted que el planteamiento de Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón?					X

Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indeciso	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Fuente propia: Validación de instrumento experto



CUESTIONARIO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

TITULO DE TESIS	: "Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco - 2021"
Apellido y Nombre del investigador	: Bach. Luis Nelson, SÁNCHEZ HUAMÁN

Apellido y Nombre del experto	: Lopez Santos Filomeno
Profesión	: ING. CIVIL CIP: 213859

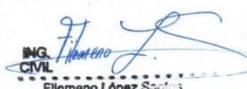
Estimado Experto: La presente encuesta corresponde a un estudio de investigación sobre la Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco - 2021. La encuesta no es anónima, por lo que le solicitamos su sinceridad en sus respuestas.

Instrucción:

Valores marcando con una "X" según el indicador mostrado debajo, para poder evaluar a los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación de la "Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón en la ciudad de Pasco - 2021", según la escala del 1 al 5, donde 1 es (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo),3(indeciso),4(de acuerdo) y 5(totalmente de acuerdo).

Nº	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia profesional cree usted que es importante realizar fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento?					X
2	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas ASTM D-422 para obtener excelentes resultados?				X	
3	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir las propiedades del concreto NTP 339.034 para obtener excelentes resultados?				X	
4	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir sus propiedades físicas y mecánicas del concreto fresco NTP 339.184 para obtener excelentes resultados?				X	
5	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir la trabajabilidad del concreto según la norma ASTM C 143 para obtener excelentes resultados?				X	
6	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo para medir la densidad del concreto fresco ASTM C 138 para obtener excelentes resultados?					X
7	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas ASTM D-422 para obtener excelentes resultados?				X	
8	¿De acuerdo a su experiencia profesional cree usted que el planteamiento de Determinación y diferenciación de los valores de las propiedades físicas – mecánicas del concreto, elaboradas con piedra triturada, grava y hormigón?					X

Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indeciso	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

ING. CIVIL  
  
 Filomeno López Santos  
 CIP N° 213859

Fuente propia: Validación de instrumento experto 1