

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**PROPIEDADES FÍSICAS–MECÁNICAS DEL  
CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL  
DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA  
PROVINCIA DE HUANCAYO**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. ANCHO ALVAREZ DAVID NEHEMIAS**

**Asesor:**

**Mg. CACEDA CORILLOCLA JUAN ANTENOR**

**Línea de Investigación Institucional:**

**Nuevas tecnologías y procesos**

**Huancayo – Perú**

**2024**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Decano

---

Mtro. Miguel Angel Pinado Santos

Jurado

---

Mtro. Javier Reynoso Oscanoa

Jurado

---

Mtro. Juan Enrique Gutierrez Waidhofer

Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Secretario Docente

## **DEDICATORIA**

La presente tesis va dirigida a mi esposa Yorella, por su apoyo incondicional y fortaleza durante el proceso de mi formación profesional; a mi hija Ruth Rebeca, mi mayor motivación para lograr culminar mis estudios superiores y darle a conocer que no hay límites para la superación personal.

Bach. Ancho Alvarez, David Nehemías

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por su bendición y protección durante mi vida, a mis padres por inculcarme la perseverancia para lograr mis metas planteadas, a mi hermano por el ejemplo de vida y apoyo íntegro ofrecido en el transcurso de estos años y a mis catedráticos de la Universidad Peruana Los Andes filial Chanchamayo, quienes compartieron sus conocimientos que influyeron en mi formación profesional.

Bach. Ancho Alvarez, David Nehemías

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0124 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

### PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. ANCHO ALVAREZ DAVID NEHEMIAS  
Facultad : INGENIERÍA  
Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL  
Asesor(a) : MG. JUAN ANTENOR CACEDA CORILLOCLA

Fue analizado con fecha 01/03/2024; con 194 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

|   |
|---|
|   |
| X |
| X |
|   |

El documento presenta un porcentaje de similitud de 20 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 01 de marzo de 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI  
JEFA  
Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

|  |             |
|--|-------------|
| <b>DEDICATORIA</b> .....                           | <b>iii</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....                        | <b>iv</b>   |
| <b>CONTENIDO</b> .....                             | <b>vi</b>   |
| <b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....                   | <b>ix</b>   |
| <b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....                  | <b>x</b>    |
| <b>RESUMEN</b> .....                               | <b>xii</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                              | <b>xiii</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                          | <b>xiv</b>  |
| <b>CAPÍTULO I</b> .....                            | <b>15</b>   |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....            | <b>15</b>   |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática ..... | 15          |
| 1.2. Delimitación del problema.....                | 16          |
| 1.2.1. Espacial.....                               | 16          |
| 1.2.2. Temporal.....                               | 18          |
| 1.2.3. Económica .....                             | 18          |
| 1.3. Formulación del problema .....                | 18          |
| 1.3.1. Problema general.....                       | 18          |
| 1.3.2. Problemas específicos .....                 | 18          |
| 1.4. Justificación.....                            | 18          |
| 1.4.1. Justificación práctica o social .....       | 18          |
| 1.4.2. Justificación científica o teórica.....     | 19          |
| 1.4.3. Justificación metodológica .....            | 19          |
| 1.5. Objetivos .....                               | 19          |
| 1.5.1. Objetivo general.....                       | 19          |
| 1.5.2. Objetivos específicos.....                  | 19          |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                           | <b>21</b>   |
| <b>MARCO TEÓRICO</b> .....                         | <b>21</b>   |
| 2.1. Antecedentes de la investigación .....        | 21          |
| 2.1.1. Antecedentes nacionales.....                | 21          |
| 2.1.2. Antecedentes internacionales.....           | 24          |
| 2.2. Bases teóricas o científicas.....             | 27          |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2.1. Concreto.....  | 27        |
| 2.2.2. Propiedades físicas y mecánicas del concreto .....             | 37        |
| 2.2.3. Roca Pómez .....   | 44        |
| 2.3. Marco conceptual .....   | 49        |
| <b>CAPÍTULO III.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>HIPÓTESIS .....</b>  | <b>51</b> |
| 3.1. Hipótesis.....   | 51        |
| 3.1.1. Hipótesis general.....   | 51        |
| 3.1.2. Hipótesis específica.....                                      | 51        |
| 3.2. Variables .....  | 52        |
| 3.2.1. Definición conceptual de las variables.....                    | 52        |
| 3.2.2. Definición operacional de la variable.....                     | 52        |
| 3.2.3. Operacionalización de variables .....                          | 53        |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>  | <b>55</b> |
| <b>METODOLOGÍA .....</b>  | <b>55</b> |
| 4.1. Método de investigación .....                                    | 55        |
| 4.2. Tipo de investigación .....                                      | 55        |
| 4.3. Nivel de la investigación.....                                   | 56        |
| 4.4. Diseño de la investigación .....                                 | 56        |
| 4.5. Población y muestra .....  | 56        |
| 4.5.1. Población .....  | 56        |
| 4.5.2. Muestra.....   | 57        |
| 4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....             | 57        |
| 4.6.1. Instrumentos de recolección de datos.....                      | 58        |
| 4.6.2. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación ..... | 59        |
| 4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos.....                | 61        |
| 4.7.1. Procesamiento de la información.....                           | 61        |
| 4.7.2. Técnicas y análisis de datos.....                              | 65        |
| 4.8. Aspectos éticos de la investigación.....                         | 66        |
| <b>CAPÍTULO V.....</b>  | <b>67</b> |
| <b>RESULTADOS.....</b>  | <b>67</b> |
| 5.1. Descripción de resultados .....                                  | 67        |
| 5.1.1. Propiedades de la piedra pómez.....                            | 67        |

|   |            |
|---|------------|
| 5.1.2. Evaluación de las propiedades del concreto liviano en estado fresco.....   | 68         |
| 5.1.3. Análisis lo de los efectos de sustituto del AG por roca pómez en la trabajabilidad del concreto.....               | 71         |
| 5.1.4. Evaluación de la incidencia del sustituto del AG por roca pómez en él fraguado del concreto.....                   | 73         |
| 5.1.5. Análisis de los resultados de sustituto del AG por roca pómez en el f'c del concreto. ....                         | 74         |
| 5.1.6. Prueba de la resistencia a la flexión de un concreto con sustituto parcial de agregado grueso por roca pómez ..... | 77         |
| 5.2. Contrastación de hipótesis.....  | 80         |
| 5.2.1. Contrastación primer hipótesis específico.....   | 80         |
| 5.2.2. Contrastación segundo hipótesis específico .....   | 82         |
| 5.2.3. Contrastación tercer hipótesis específico .....  | 83         |
| 5.2.4. Contrastación cuarto hipótesis específico.....   | 85         |
| <b>CAPÍTULO VI .....</b>  | <b>88</b>  |
| <b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>   | <b>88</b>  |
| 6.1. Discusión de resultados con antecedentes.....  | 88         |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>   | <b>92</b>  |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>94</b>  |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>95</b>  |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>101</b> |
| <b>Anexo N°01: Matriz de consistencia .....</b>   | <b>102</b> |
| <b>Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables.....</b>   | <b>104</b> |
| <b>Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento.....</b>   | <b>106</b> |
| <b>Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación .....</b>                                       | <b>108</b> |
| <b>Anexo N°05: Validación de instrumentos .....</b>   | <b>176</b> |
| <b>Anexo N°06: La data de procesamiento de datos .....</b>  | <b>181</b> |
| <b>Anexo N°07: Fotografía de la aplicación del instrumento.....</b>   | <b>185</b> |



## CONTENIDO DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1: Propiedades químicas del concreto.....   | 28  |
| Tabla 2: Límite granulométrico del agregado grueso.....   | 32  |
| Tabla 3: Límite granulométrico del agregado fino.....   | 33  |
| Tabla 4: Componentes del agua.....  | 34  |
| Tabla 5: Características del agregado liviano.....  | 37  |
| Tabla 6: Consistencia en mezcla de concreto.....  | 38  |
| Tabla 7: Propiedades químicas, físicas y mecánicas del agregado de piedra pómez.....                                  | 48  |
| Tabla 8: Operacionalización de variables.....   | 53  |
| Tabla 9: Testigos de concreto.....  | 57  |
| Tabla 10: Vigas de concreto.....  | 57  |
| Tabla 11: Intervalo de validez de un instrumento.....   | 59  |
| Tabla 12: Evaluación de expertos y calificaciones de valides.....   | 60  |
| Tabla 13: Intervalo de confiabilidad de un instrumento.....   | 60  |
| Tabla 14: Resumen de los valores de peso unitario de la piedra pómez.....   | 67  |
| Tabla 15: Agregado grueso de la piedra pómez.....   | 68  |
| Tabla 16: Valores de la prueba del contenido de aire del concreto.....  | 68  |
| Tabla 17: Valores resultantes de T° del concreto.....   | 69  |
| Tabla 18: Valores promedios de exudación.....   | 70  |
| Tabla 19: Trabajabilidad del concreto con sustitución del AG con roca pómez.....                                      | 72  |
| Tabla 20: Resultados del tiempo de fraguado del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez..... | 73  |
| Tabla 21: Promedio del f'c a los 7 días.....  | 74  |
| Tabla 22: Resultados del f'c a los 14 días.....   | 75  |
| Tabla 23: F'c del concreto a los 21 días.....   | 76  |
| Tabla 24: F'c del concreto luego de 28 días curado.....   | 76  |
| Tabla 25: Resultados del MR a los 7 días.....   | 78  |
| Tabla 26: MR del concreto al sustituir parcialmente el AG por piedra pómez a los 14 días.....                         | 78  |
| Tabla 27: MR del concreto al sustituir parcialmente el AG por piedra pómez a los 21 días.....                         | 79  |
| Tabla 28: MR del concreto al sustituir parcialmente el AG por piedra pómez a los 28 días.....                         | 79  |
| Tabla 29: Data de propiedades físicas del concreto liviano.....   | 182 |
| Tabla 30: Data de resistencia a compresión del concreto Liviano.....  | 183 |
| Tabla 31: Data de resistencia a flexión del concreto liviano.....   | 184 |

## CONTENIDO DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Mapa de las provincias que componen la región Junín. ....  | 16 |
| Figura 2: Mapa de la provincia de Huancayo .....   | 17 |
| Figura 3: Zona monumental de la ciudad de Huancayo.....  | 17 |
| Figura 4: Concreto liviano.....  | 28 |
| Figura 5: Tipos de cemento empleados en la construcción.....   | 31 |
| Figura 6: Agregado grueso.....   | 32 |
| Figura 7: Agregado fino .....  | 33 |
| Figura 8: Agua.....  | 34 |
| Figura 9: Secciones transversales y fotomicrografías de agregados livianos típicos. Piedra pómez (a) sección transversal parcial; (b) micrografía del interior. Arcilla expandida (c) sección transversal parcial; (d) micrografía del interior..... | 35 |
| Figura 10: Ensayo Slump (trabajabilidad) .....   | 37 |
| Figura 11: Operación de llenado de los recipientes con mortero de hormigón.....  | 39 |
| Figura 12: Recipientes llenos con mortero de hormigón. ....  | 40 |
| Figura 13: Medición de penetración para determinación del tiempo de fraguado.....  | 40 |
| Figura 14: Recipiente con mortero de hormigón después de realizadas las mediciones .....   | 40 |
| Figura 15: Resistencia a la compresión.....  | 42 |
| Figura 16: Acción de esfuerzos en una viga. ....   | 43 |
| Figura 17: Viga ensayada a esfuerzos de flexión .....  | 44 |
| Figura 18: Historia de la piedra pómez .....   | 45 |
| Figura 19: Piedra pómez .....  | 46 |
| Figura 20: Características.....  | 47 |
| Figura 21: Piedra pómez .....  | 49 |
| Figura 22: Hoja de datos para obtener información de la caracterización de agregados .....   | 58 |
| Figura 23: Hoja de datos para la obtención de datos del $f'c$ .....  | 59 |
| Figura 24: Hoja de Alfa de Cronbach .....  | 61 |
| Figura 25: Tamices y equipos para granulometría .....  | 62 |
| Figura 26: Ensayo de asentamiento.....   | 63 |
| Figura 27: Resistencia máxima .....  | 64 |
| Figura 28: Centrar la viga en la máquina de carga.....   | 65 |
| Figura 29: Comportamiento del contenido de aire empleando roca pómez.....  | 69 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 30: Variación del contenido de aire del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez..... | 70 |
| Figura 31: Comportamiento de exudación al sustituir parcialmente el AG con roca pómez                                | 71 |
| Figura 32: Variación de la trabajabilidad del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez.....  | 72 |
| Figura 33: Comportamiento del TF con sustitución parcial del AG por roca pómez .....                                 | 73 |
| Figura 34: Resultado del comportamiento del $f'c$ luego de 7, 14, 21, y 28 días de curado ..                         | 77 |
| Figura 35: Comportamiento del MR del concreto a los 7, 14, 21 y 28 días.....   | 80 |
| Figura 36: Resultados de la prueba de normalidad del análisis de la trabajabilidad.....                              | 81 |
| Figura 37: Resultados de significancia del análisis de la trabajabilidad .....                                       | 81 |
| Figura 38: Resultado de prueba de normalidad del análisis del TF .....   | 82 |
| Figura 39: Resultados de significancia del análisis del TF .....   | 83 |
| Figura 40: Resultado de prueba de normalidad del análisis del $f'c$ .....  | 84 |
| Figura 41: Resultados de significancia del análisis del $f'c$ .....  | 85 |
| Figura 42: Resultado de prueba de normalidad del análisis del MR.....  | 86 |
| Figura 41: Resultados de significancia del análisis del MR.....  | 87 |

## RESUMEN

En la presente tesis se ha planteado como problema general: ¿Cuáles serían los resultados de las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo? Siendo el objetivo general: Determinar los resultados de las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo, empleando un método de investigación: método cuantitativo, de tipo aplicada y de diseño experimental, obteniendo como resultado en cuanto a las propiedades mecánicas del concreto liviano de 270.19 Kg-f/cm<sup>2</sup> de 178.28 Kg-f/cm<sup>2</sup> y en resistencia a flexión de 41.35 Kg-f/cm<sup>2</sup> de 35.38 Kg-f/cm<sup>2</sup>, con la trabajabilidad de 101.60 mm con el 12% de adición de piedra pómez siendo el mejor resultado y para la resistencia final obtuvo mejor resultado el concreto con adición al 12% con 128.7%. Ante ello, se concluye que la mejor dosificación de roca pómez es al 12%, porque a mayor proporción menor es la resistencia mecánica y se recomienda el estudio de menores porcentajes de piedra pómez con el fin de obtener mejoras.

**PALABRAS CLAVE:** Concreto liviano, piedra pómez, trabajabilidad, asentamiento.

## ABSTRACT

In this thesis, the general problem has been posed: What would be the results of the physical-mechanical properties of lightweight concrete with partial replacement of coarse aggregate by pumice rock, in the province of Huancayo? The general objective being: Determine the results of the physical-mechanical properties of lightweight concrete with partial replacement of coarse aggregate by pumice rock, in the province of Huancayo, using a research method: quantitative method, applied type and experimental design, obtaining as a result in terms of the mechanical properties of the lightweight concrete of 270.19 Kg-f/cm<sup>2</sup> of 178.28 Kg-f/cm<sup>2</sup> and in flexural resistance of 41.35 Kg-f/cm<sup>2</sup> of 35.38 Kg-f/cm<sup>2</sup>, with the workability of 101.60 mm with 12% addition of pumice stone being the best result and for the final resistance the concrete with 12% addition obtained the best result with 128.7%. Given this, it is concluded that the best dosage of pumice rock is 12%, because the higher the proportion, the lower the mechanical resistance and the study of lower percentages of pumice stone is recommended in order to obtain improvements.

**KEYWORDS:** Lightweight concrete, pumice stone, workability, slump.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Propiedades físicas–mecánicas del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo”, el gran peso impuesto a causa de las estructuras de concreto convencional ocasiona la necesidad de estructuras de apoyo de mayor dimensión, siendo necesario una mayor cantidad de material y mayores costos.

Establecer un material que tenga similar comportamiento con el concreto tradicional ha impulsado la idea de desarrollar y perfeccionar concretos de baja densidad, tratándose de concretos ligeros. A pesar de que el uso de concretos ligeros es más popular en los últimos años, no hay algún material nuevo en la industria de la construcción, la idea de estos es mejorar y variar la gama de agregados ligeros, que se pueden emplear los cuales pueden ser utilizados en la fabricación de concretos con características especiales

La investigación tiene como objetivo general: Determinar los resultados de las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, mediante la metodología: método cuantitativo al obtener datos numéricos, de tipo aplicada al resolver problemas de investigación y de diseño cuasi- experimental al evaluar un grupo convencional y modificados.

De forma continua se presenta la distribución de información en cada capítulo:

**CAPÍTULO I.-** En esta sección se presenta la realidad problemática, delimitación de área de investigación, se justifica la investigación y los objetivos planteados.

**CAPÍTULO II.-** Se expone los antecedentes y bases teóricas que dan sustento.

**CAPÍTULO III.-** Se muestra una descripción de las hipótesis y definición de variables conceptualmente y la operacionalización de materiales.

**CAPÍTULO IV.-** Se describe la metodología de la que se hizo uso, población y muestra, técnicas e instrumento para la recolección de datos, así como una descripción del proceso de análisis.

**CAPÍTULO V.-** Presenta una descripción de los resultados obtenidos del proceso de ensayos, además se validó estos datos por la contrastación de hipótesis.

**CAPITULO VI. -**Se expone los anexos que sustentan la investigación, se muestra la discusión de resultados, recomendaciones y conclusión.

Bach. Ancho Alvarez, David Nehemías

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

A nivel internacional, el concreto convencional vienen a ser de los materiales con mayor uso en las construcciones de elementos estructurales o no estructurales, debido a su disponibilidad en el medio y la facilidad de elaboración, pero se encuentran factores desfavorables para darles uso, como es el peso que presentan por su densidad, siendo un factor a tomar en cuenta en el costo de la construcción. Alejandra y Barreto (2019)

Se vuelve necesario el desarrollo de investigaciones para identificar un material que tenga similar comportamiento que el concreto tradicional, ello ha impulsado la idea de desarrollar y perfeccionar concretos de baja densidad, al tratarse de concretos ligeros. Sabiendo que la densidad otorgada es por los agregados empleados en la mezcla se ve necesario sustituirlo por una materia con características semejantes para lograr un concreto más liviano. Yoc (2018)

En Perú en la actualidad, los elementos estructurales y no estructurales están diseñados con el mismo concreto, por lo que se encuentra un factor desfavorable por el peso que presentan debido a su densidad, factor a tomar en cuenta en el costo de la construcción. Quispe y Vera (2018)

Establecer un material que tenga similar comportamiento que el concreto tradicional ha impulsado la idea de desarrollar y perfeccionar concretos de baja densidad, tratándose de concretos ligeros. A pesar de que el uso de concretos ligeros es más popular en los últimos años, no hay algún material nuevo en la industria de la construcción, la idea de estos es mejorar y variar la gama de agregados ligeros que se pueden emplear, los cuales pueden ser utilizados en la fabricación de concretos con características especiales. Zamora (2019)

En Huancayo, el proceso de crecimiento urbano de los últimos años ha generado la necesidad de realizar gran cantidad de edificaciones de concreto armado se identificó que el gran peso impuesto a causa de los elementos estructurales de concreto convencional ocasionan la necesidad de estructuras de apoyo de mayor dimensión, siendo necesario una mayor cantidad de material y mayores costos. Coveñas y Valle (2019)

## 1.2. Delimitación del problema

### 1.2.1. Espacial

La investigación fue desarrollada dentro de la zona monumental del distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, Región Junín.



Figura 1: Mapa de las provincias que componen la región Junín.

Nota: Mapsofworld (2021)



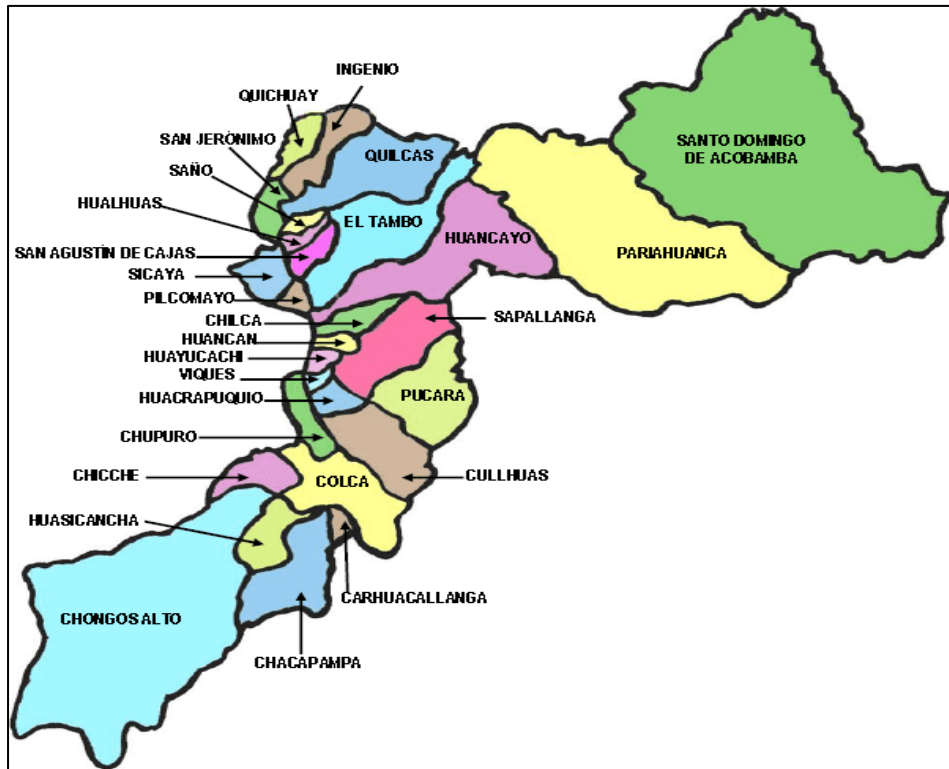


Figura 2: Mapa de la provincia de Huancayo

Nota: De Huancayo (2023)

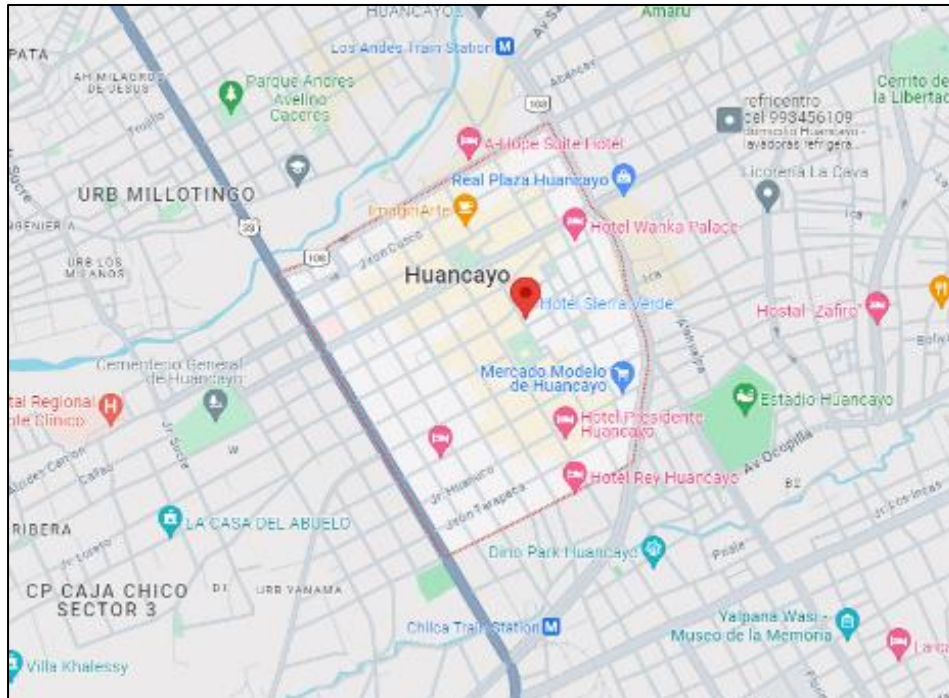


Figura 3: Zona monumental de la ciudad de Huancayo.

Nota: Google Maps

### **1.2.2. Temporal**

La investigación se llevó a cabo durante el mes de noviembre 2022 durante los meses de enero a julio del 2023.

### **1.2.3. Económica**

En la investigación los gastos correspondientes a la toma de muestras, tomados por parte del investigador en su totalidad a lo largo del periodo de investigación.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuáles serían los resultados de las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo varía la trabajabilidad del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?
- b) ¿Cuál es el comportamiento del tiempo de fraguado del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?
- c) ¿Cuáles son los resultados de la resistencia a compresión del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?
- d) ¿Cuánto varía la resistencia a la flexión de un concreto liviano con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación práctica o social**

Según Fernández (2020), la investigación debe tener justificación social, al tener un alcance trascendental de forma social, al resolver problemas reales que aquejan al desarrollo normal de actividades de la sociedad mediante datos teóricos.

En la tesis se buscó desarrollar construcciones livianas y por lo tanto disminuir el monto de inversión que muchas veces llegan a ser de alto costo y esto va de la mano

con la sostenibilidad del medio ambiente y ofrecer construcciones que cumplan con las expectativas y seguridad que se busca, en la provincia de Huancayo.

#### **1.4.2. Justificación científica o teórica**

Según Brena (2021), se trata de los conocimientos, elementos o condiciones que oficiaran como referencia para la exploración. O sea, se trata de delimitar un marco desde el cual fijarás a un enfoque o perspectiva fija, una de las consideraciones.

Con la aplicación de este tipo de concreto se busca mejorar las propiedades tanto físicas como mecánicas, ya que se busca modificar el concreto convencional que llega a ser más pesado, con la adición de la roca pómez en ciertos porcentajes el cual tiende a tener mayor ligereza obteniendo de esta manera construcciones sostenibles, en la provincia de Huancayo.

#### **1.4.3. Justificación metodológica**

Según Azuero (2018), es consentir revelar los supuestos del análisis para recubrir datos, desde conceptos teóricos frecuentemente operacionalizados. Representa especificar cada aspecto escogido para desarrollar dentro del proyecto de exploración que debe ser justificado por el explorador.

En la presente investigación se busca desarrollar y aplicar los resultados obtenidos, para los avances de nuevas tecnologías que sirvan como base para mayores investigaciones y porque no para aplicaciones en construcciones de mayor envergadura, en la provincia de Huancayo.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar los resultados de las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar la variación de la trabajabilidad del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.
- b) Evaluar el comportamiento del tiempo de fraguado del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

- c) Analizar los resultados de la resistencia a compresión del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.
- d) Identificar la variación de la resistencia a la flexión de un concreto liviano, con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Matamoros (2019), expone su tesis para lograr el grado de ingeniero con el **Titulado:** “Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de  $f'c = 175 \text{ Kg-f/cm}^2$  utilizando material de región de Huancavelica”, planteo como **problema principal:** ¿Cuáles son los resultados del uso de piedra pómez en la mezcla de concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y con agregados de Huancavelica?, fijo como **objetivo general:** Evaluar la influencia que presenta la piedra pómez con la mezcla de concreto liviano de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ; empleó la **metodología:** Al realizar ensayos de laboratorio para la recolección de datos y emplear instrumentos para la recolección de datos el diseño de investigación es cuasi experimental, es de tipo aplicada y al obtener datos numéricos la tesis empleo el método cuantitativo, aplicó como **solución:** Para reducir las limitaciones generadas por el peso del concreto planteó emplear roca pómez como parte del diseño para reducir el % de vacíos, obteniendo como **resultado:** Se identifico una variación de la densidad del concreto al ser evaluado a lo 7, 14, 21 y 28 días, obteniendo densidades de 2083.78, 2083.18, 2104.92 y 2115.23  $\text{kg/cm}^2$  encontrándose dentro del rango de la ASTM c 138 de 1842 – 2483  $\text{kg/cm}^2$ , identificando una densidad de equilibrio de 1709.06  $\text{kg/m}^3$ , y finalmente se consiguió como **aporte:** Se identifico que el uso de pómez varia la resistencia se identificó que a los 28 días logra una resistencia de 184.32  $\text{kg/cm}^2$  cercanos a un peso normal de 190.07  $\text{kg/cm}^2$  del CC.

Alayo y Polo (2019), expone su tesis para lograr el grado de ingeniero con el **Titulado:** “Influencia del porcentaje de piedra pómez sobre la resistencia a la compresión y peso unitario en un concreto estructural para pórticos, Trujillo – 2019”, fijo como **problema:** ¿Cómo reducir el peso del concreto con elementos naturales y los efectos en el  $f'c$  y peso unitario?, fijo como **objetivo principal:** Evaluar el comportamiento de las propiedades del concreto al emplear roca pómez como parte del diseño de mezcla, empleando la **metodología:** Al realizar ensayos de laboratorio para la recolección de datos y emplear instrumentos para la recolección de datos, el diseño de investigación es cuasi experimental, es de tipo aplicada y al obtener datos numéricos la tesis empleo el método cuantitativo, aplicó la **solución:** Se plantea como solución el uso de roca pómez como parte de los agregados para el proceso de diseño de mezcla y lograr un concreto más liviano, obtuvo como **resultado:** El uso de diversas cantidades de piedra pómez en remplazo parcial del AG con dosificaciones de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%; logra reducir el peso unitario, se identificó que el % óptimo es de 10%, con un  $f'c = 277 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días y redujo el peso unitario  $2360 \text{ kg/m}^3$ , mejor al CC de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $2420 \text{ kg/m}^3$  en peso unitario, y consiguió como **aporte:** La piedra pómez logra un tipo de concreto de bajo peso unitario, con dosificación óptima de 10 % de piedra pómez, por lo que se recomienda el uso de este material si el elemento a construir no está impuesto a grandes cargas lo que le puede provocar una falla al ser menos resistente que un CC.

Rodríguez (2021), expone su tesis para lograr el grado de ingeniero con el **Título:** “Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero para uso estructural, adicionando piedra pómez, Juliaca – Puno, 2021”, tiene como **problema:** ¿Cómo incide el uso de piedra pómez en el concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  en estado fresco y endurecido?, fijo como **objetivo principal:** Identificar el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido al emplear roca pómez, empleo la **metodología:** La investigación persigue el método cuantitativo al obtener datos numéricos, es necesario el análisis de relación de variables y así como diseño cuasi-experimental, aplicó la **solución:** Se planteo el uso de roca pómez para la obtención de un concreto liviano de baja densidad, obteniendo como **resultado:** Al emplear el 40% del agregado convencional por agregado ligero (roca Pómez), obtuvo un Slump ( $2 \frac{1}{2}$ ”), densidad de  $1938 \text{ kg/m}^3$ ,  $T^\circ$  de  $22.00 \text{ }^\circ\text{C}$  y contenido de aire (4.3%), en

cuanto al ensayo a tracción a los 7, 14 y 28 días en el: CC la resistencia es de 21.63 kg/cm<sup>2</sup>, 22.97 kg/cm<sup>2</sup> y 23.24 kg/cm<sup>2</sup> a las tres edades, el C+ 40% de roca pómez presento una resistencia a tracción 18.63kg/cm<sup>2</sup>, 21.03 kg/cm<sup>2</sup>, 22.43 kg/cm<sup>2</sup> a las tres edades y el C + 100% de roca pómez una resistencia a tracción 16.18 kg/cm<sup>2</sup>, 18.06 kg/cm<sup>2</sup> y 21.37 kg/cm<sup>2</sup> a las tres edades, y finalmente se consiguió como **aporte**: Indicando que los mejores resultados tanto para los ensayos de tracción y flexión se consiguen con la adición al 40% de piedra pómez con 18.62 kg/cm<sup>2</sup>, 21.03 kg/cm<sup>2</sup>, 22.43 kg/cm<sup>2</sup> estos en base al concreto patrón.

Colonio y Perez (2021), presento su tesis para lograr el grado de ingeniero con el **Título**: “Piedra pómez como agregado grueso para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto ligero estructural”, tuvo como **problema**: ¿Cuál es el comportamiento físico mecánico del concreto al emplear dosificaciones de la roca pómez, fijo como **objetivo principal**: Identificar las dosis adecuadas de roca pómez en remplazo parcial del AG para mejorar las propiedades del concreto, empleo la **metodología**: La investigación persigue el método cuantitativo al obtener datos numéricos, es necesario el análisis de relación de variables y así como diseño cuasi-experimental, aplicó la **solución**: Emplear la roca pómez como parte del diseño de mezcla para obtener un concreto más liviano en una dosificación de 17% 20% y 50%, obtuvo como **resultado**: Identifico que al emplear el 17% 20% y 50% de roca pómez como parte del AG se identificó valores de MR de 18 kg/cm<sup>2</sup>, 33kg/ cm<sup>2</sup>, 76 kg/cm<sup>2</sup> y un f'c de 185 kg/cm<sup>2</sup>, 226 kg/cm<sup>2</sup> y 298 kg/cm<sup>2</sup> se identificó una clara mejora al adicionar mayor cantidad de roca pómez, al identificar las características geológica, se redujo la conductividad térmica a 0.32 w/mk, 0.39 w/mk y 0.4 w/mk, en consecuencia de su alta permeabilidad y baja densidad, y finalmente consiguió como **aporte**: Identificó que la adición mayor al 20% de roca pómez muestra resultados favorables al lograr una adecuada resistencia, a la vez de lograr un concreto de menor peso.

Pari L. (2022), presento su tesis para lograr el grado de ingeniero civil con el **Título**: “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la adición de piedra pómez para la elaboración de unidades de albañilería de concreto ligero en la ciudad de Puno”, fijo como **problema**: ¿Cuál es la incidencia de la piedra pómez en la elaboración de unidades de albañilería a partir de concreto ligero en Puno?, fijo como

**objetivo principal:** Evaluar las características mecánicas de las unidades de albañilería al adicionar roca pómez como parte de sus compuestos, empleo la **metodología:** Al realizar ensayos de laboratorio para la recolección de datos y emplear instrumentos para la recolección de datos el diseño de investigación es cuasi experimental, es de tipo aplicada y al obtener datos numéricos la tesis empleo el método cuantitativo, aplicó la **solución:** Emplear nuevos materiales para mejorar las características de elementos de albañilería para lograr productos más confiables y sostenibles, por lo que se buscó los porcentajes óptimos entre 25%, 37.5%, 50%, 62.5% y 75% de piedra pómez como remplazo del AG, obtuvo como **resultado:** Para el ensayo a compresión con adiciones de 25%, 37.50%, 50%, 62.50% y 75% para los distintos tiempos de curado se obtuvo que a los 3 días fue de 78.22 kg/cm<sup>2</sup>, 65.03 kg/cm<sup>2</sup>, 58.57 kg/cm<sup>2</sup>, 58.36 kg/cm<sup>2</sup> y 55.59 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, a los 7 días de 106.50 kg/cm<sup>2</sup>, 101.07 kg/cm<sup>2</sup>, 99.66 kg/cm<sup>2</sup>, 93.00 kg/cm<sup>2</sup> y 93.35 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y para el ensayo de densidades con las respectivas adiciones obteniendo para la muestra convencional de 1.93 g/cm<sup>3</sup> y con las adiciones de 1.77 g/cm<sup>3</sup>, 1.56g/cm<sup>3</sup>, 1.51 g/cm<sup>3</sup>, 1.48 g/cm<sup>3</sup> y 1.46 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, y finalmente se consiguió como **aporte:** Se identificó que el uso del 25% de roca pómez mejora favorablemente el comportamiento mecánico de las unidades de albañilería, siendo el uso de roca pómez una alternativa para lograr albañilería más liviana.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Cañarte (2018), presento su tesis para lograr el grado de ingeniero civil con el **Titulado:** “Estudio de aumento de resistencia a la compresión del hormigón liviano con piedra pómez como solución estructural”, fijo como **problema:** El alto costo del sector de construcción con materiales para viviendas en Ecuador y una escasa información para elaborar hormigón liviano, fijo como **objetivo principal:** Emplear un material natural para reducir el peso específico del hormigón para el proceso de construcción de edificaciones, empleo la **metodología** Al realizar ensayos de laboratorio para la recolección de datos y emplear instrumentos para obtener datos el diseño de investigación es cuasi experimental, es de tipo aplicada y al obtener datos numéricos la tesis empleo el método cuantitativo, aplicó como **solución:** Se planteo el uso de roca pómez para mejorar el comportamiento térmico y acústico del



concreto, de la misma forma para reducir las cargas del concreto, obteniendo como **resultado:** La muestras del hormigón liviano con piedra pómez se desencofro a las 24 hrs, no presento grietas por efecto de contracción plástica ya que las probetas permanecieron a una temperatura ambiente de  $\pm 24^{\circ}\text{C}$ . La capacidad de la oposición a esfuerzos de compresión identificado en el estudio es  $f'c$  33 Mpa, y finalmente se consiguió como **aporte:** Se identifico que la exposición del concreto a temperaturas de grados superiores a los  $24^{\circ}\text{C}$ ; lo que genera una pérdida de humedad zonas de clima muy cálidos como en Guayaquil. Paralelo a a un control de la temperatura se lograron buenos resultados en cuanto a resistencia y densidad.

Obando y Pachacama (2018), presentó su tesis para lograr el grado de ingeniero civil con el **Titulado:** “Diseño y caracterización de un material compuesto por roca volcánica y concreto como material alternativo de construcción que permita mejorar los niveles de confort interno en viviendas localizadas en climas fríos”, tiene como **problema:** Dentro de una zonificación urbana el uso de bloques es uno de los materiales empleados para la construcción de viviendas por su costo accesible, pero en las zonas rurales que se encuentran sobre los 2800 msnm, el costo es una limitante para la construcción de viviendas con una capacidad de aislamiento térmico, fijo como **objetivo principal:** Diseñar un elemento compuesto por roca volcánica como material alternativo el cual mejore el nivel de confort interno en aquellas viviendas localizadas en zonas frías, empleando la **metodología:** de carácter cualitativo y cuantitativo, por ello que se aplicó la **solución:** Para lograr un material modificado se debe reconocer las concentración de agregados para generar bloque huecos de concreto y la calidad de los materiales debe ser adecuada para no generar ninguna complicación por lo que los agregados fueron extraídos de la mina de donde son extraídos, obtuvo como **resultado:** para el ensayo del  $f'c$  de bloques no soportantes siendo un promedio de tres bloques se obtuvo 4 Mpa, para el bloque individual de 3.50 Mpa y para los bloques soportantes siendo el promedio para 3 bloques de 6.00 Mpa y el bloque individual de 5.00 Mpa y finalmente se consiguió como **aporte:** El uso de roca volcánica representa una mejora en las propiedades de bloques, ciertamente los costos son semi permanentes de acuerdo a los bloques convencionales ya que debe pasar por un proceso de fragmentación.

Ayala y Urrego (2020), presentaron la tesis de posgrado **Titulado:** “Fabricación de concreto liviano de 21 MPa a partir de roca pómez extraída de Flandes – Tolima”, tiene como **problema:** El material volcánico que actualmente se localiza en una zona minera a cielo abierto en el municipio de Flandes, debe ser excavado y removido para dar acceso al depósito rocoso que es utilizado en la fabricación de agregados pétreo, fijo como **objetivo principal:** Identificar si el agregado volcánico puede ser empleado como parte de la mezcla del concreto estructural con diseño de 21 MPa, empleando la **metodología:** de investigación experimental, por ello que se aplicó la **solución:** dar un uso de gran importancia a un material volcánico considerado como desecho, el cual es la comúnmente conocida piedra pómez, obtuvo como **resultado:** se puede concluir que el diseño de mezcla estándar sobrepasa la resistencia buscada en el presente trabajo siendo los 21 MPa, sin embargo se observa además que cada una de las probetas falladas a los 28 días no se acerca considerablemente al valor de  $f'_{cr}$ , siendo su valor máximo de 24.39 MPa, es decir un 83,24% de  $f'_{cr}$ , la resistencia considerable a los 7 días, ganando así el 82.66% de  $f'_{c}$  con 17.36 MPa, lo que muestra que a los 7 días se cumple el requisito mínimo para que la mezcla de concreto liviano pueda clasificarse como estructural es decir superar los 2500 Psi o 17 MPa, con densidades entre 1120 a 1920 kg/m<sup>3</sup>, tal y como lo describe el A.C.I 213R – 03, y finalmente se consiguió como **aporte:** El aguante a la compresión logrado en las últimas 18 muestras de concreto liviano es de 24.39 MPa (promedio de las 18 muestras), entonces cada uno de las pruebas destacó a  $f'_{c}$ .

Benalcázar (2022), presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Análisis comparativo del peso y resistencia a compresión del hormigón convencional con un hormigón convencional con un hormigón ligero de piedra pómez para una resistencia de diseño a compresión de  $f'_{c}=240$  kg/cm<sup>2</sup> con diferentes porcentajes de aditivo superplastificante”, tiene como **problema:** Determinar la incidencia de la roca pómez + superplastificantes en varias dosificaciones en la densidad y  $f'_{c}$  del concreto, fijo como **objetivo principal:** Identificar la variación entre la densidad y resistencia de un CC y un C modificado ligero con agregado de piedra pómez para un  $f'_{c}=240$  kg/cm<sup>2</sup> y variación en el plastificante, empleando la **metodología:** El tipo de investigación es de nivel experimental, por ello que se aplicó la **solución:** Para lograr un concreto con resistencia adecuada y una densidad menora se planteó el uso de roca pómez y para no influir en la trabajabilidad el uso de superplastificante

en 1%, obteniendo como **resultado**: Al obtener los resultados de los ensayos de laboratorio en el CC la densidad aumento en 0.01% a los 14 días y en 0.32% a los 28 días. En el concreto con uso de aditivo a los 28 días la resistencia a compresión aumento en 43.10% y 74.73% con respecto al CC, además se identificó que el agregado (roca pómez) contiene ripio contrario al agregado natural, como **aporte**: El uso de superplastificante y agregado de pómez logra reducir la densidad del hormigón obteniendo así un concreto más liviano que tiene más utilidades arquitectónicas.

Mite (2023), presento su tesis para lograr el grado de ingeniero civil con el **Titulado**: "Análisis de la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pómez (chasqui)", fijo como **problema**: los diseños de construcciones pesadas y costosas por las estructuras metálicas se busca reemplazar con materiales que generen una reducción en el peso, fijo como **objetivo general**: Examinar la combinación de hormigón alivianado usando piedra pómez (chasqui) sobre losas colaborantes en estructura metálica, empleando la **metodología**: El actual proyecto fue elaborado con un tipo de investigación cuantitativo, aplicó la **solución**: De utilizar materiales no comunes y que ayudan a reducir la contaminación como lo son las rocas volcánicas o usos de materiales reciclados, en este caso se usara rocas pómez, obteniendo como **resultado**: El diseño de hormigón al 2, 4, 6 %, su aguante a la flexión de vigas de hormigón, la más propicia es la del diseño con el 4% y el diseño de hormigón alivianados al 2% por saco de 500kg revenimiento 17 cm, diseño de hormigón alivianados al 2% por metro cúbico, diseño de hormigón alivianados al 4% por saco de 50kg, diseño de hormigón alivianados al 4% por m<sup>3</sup>, y finalmente se consiguió como **aporte**: la prueba elaborada se señala que la añadidura al 4% ha excedido con el 198% del 100% del aguante diseñada puesto que a los 28 días su aguante fue de 415.5 kg/cm<sup>2</sup>, ultimando que este tipo de hormigón se consigue usar para un hormigón estructural.

## 2.2. Bases teóricas o científicas

### 2.2.1. Concreto

El concreto es un material compuesto que se da a partir de la mezcla de cemento hidráulico, agregado fino (arena), agregado grueso (grava), aire y agua. El proceso

inicia cuando se producen reacciones químicas entre el agua y el cemento conocidas como hidratación, durante la cual los agregados se adhieren formando una pasta que al fraguar o endurecerse pierde plasticidad y se transforma en un material sólido y resistente. Castillo Torres (2018)

Tabla 1: Propiedades químicas del concreto.

| Proporción | Procedencia Usual                   | Oxido componente   |
|------------|-------------------------------------|--|
| 95%        | Rocas Calizas                       | Oxido de Calcio (CaO)  |
|            | Areniscas                           | Oxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )                                      |
|            | Arcillas                            | Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )                      |
|            | Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita | Oxido de fierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )                        |
| 5%         | Minerales varios                    | Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fosforo y Manganeseo |

Nota: "Propiedades químicas del cemento" por, TEQUENDAMA (2021)

#### 2.2.1.1. Concreto Liviano

Los originarios concretos livianos usados por el hombre para edificar construcciones nacieron en el Imperio Romano en el año 25 a.c.



Figura 4: Concreto liviano.

Nota: "blogguernuevo" por, concretos livianos (2017)

El concreto liviano o ligero, es un concreto que se ha hecho más liviano que el convencional con cemento, arena y grava, es un concreto apto con base en adheridos de peso ligero, o en ciertos temas hay concretos livianos que no poseen adheridos.

El concreto (hormigón) estructural de peso liviano se precisa en ACI (213R, 1987), como aquello que tiene una densidad in situ (peso unitario) en el orden de 90 al 115lb/pie<sup>3</sup> (1440 a 1840 kg/m<sup>3</sup>) en comparación con el concreto de

peso normal que presenta una densidad en el rango de 140 a 150 lb/pie<sup>3</sup> (2240 a 2400 kg/m<sup>3</sup>). Gallegos (2022)

Es un concreto parecido al estándar pero que poseen una densidad menor; habitualmente se le añaden aditivos livianos como escorias, granulo fusiforme o piedra pómez natural; se alcanza así mismo añadir aditivos de origen volcánico como la Pómez, arena de rio, filler, fibras, aditivos y agua en medidas fijadas. En nuestro país, por sus propiedades volcánicas, logramos contar con aditivos de ese principio que acceden alivianar el hormigón como es roca pómez o roca Chasqui. Este tipo de hormigón se emplea frecuentemente en prefabricados y para disminuir cargas y pesos en los métodos constructivos.

Se define como hormigones ligeros o livianos a todos aquellos que tienen propiedades adecuadas y que a través de métodos y combinaciones en su proceso de preparación se ha vuelto más liviano que el hormigón convencional (grava, cemento y arena). Su utilización se precisa elementalmente por sus aplicativos en la edificación propia que es excelente para su utilización en elementos secundarios en residencias o construcciones que piden de disminuciones en los pesos muertos lo que accede la disminución del volumen de columnas, zapatas y otros materiales de carga emparentados con el cimientto del suelo. Su peso específico es menor ordinariamente a 2 ton/m<sup>3</sup>. Gallegos (2022)

#### **2.2.1.2. Tipos de concreto liviano**

##### **a) Concreto sin finos**

Es un concreto que no muestra en su composición adheridos finos por lo que es reemplazado por otro tipo de adheridos como es la grava, piedra triturada, Clinker, cenizas sinterizadas, arcillas expandidas, escoria y piedra pómez. Vera (2018)

##### **b) Concreto con agregados livianos**

Este tipo de concreto, muestra en su composición agregados leves también finos entre ellos tenemos Clinker, cenizas sinterizadas, arcillas expandidas, escoria espumosa, piedra pómez, vermiculita exfoliada, poliestireno expandido (Vera, 2018 pág. 10).

### c) **Concreto liviano con agentes químicos**

Este tipo de concreto se consigue hacer con funcionarios químicos, así como: polvo aluminio o peróxido de hidrógeno. Además, se alcanza a usar agentes espumantes como: Espuma preformada o intrusión de aire (Vera, 2018 pág. 10).

#### 2.2.1.3. **Composición**

El Hormigón liviano está compuesto por diversos elementos conforme al tipo de hormigón que se quiera elaborar, hoy en día poseemos diversas propiedades de adheridos desde inorgánicos hasta orgánicos, pero en este proyecto solo aludiere los componentes que empleamos. Gallegos (2022)

##### a) **Cemento portland**

El cemento portland es de presentación solida pulverizada de Clinker, importantemente contiene el silicato de calcio hidráulico y sulfato de calcio con piedra caliza, este ejerce como aditivo en el combinado de la pasta, como en eficacia y aguante hay tipos de cemento para las diversas utilizaciones como:

- **TIPO I:** El cemento es usado en el concreto ordinario como construcciones, estructuras, industriales, conjuntos habitacionales, ya que en cotejo de los otros cementos libra más calor de hidratación. Buchelli (2020)
- **TIPO II:** Este tipo de cemento modera el aguante a sulfatos es utilizado en obras en general, pero con obras expuestas a sulfatos o en el que se solicite modoso calor de hidratación como puentes, tubería de concreto. Abanto (2018)|
- **TIPO III:** Este tipo de cemento es de alto aguante inicial, este es usado en estructuras que tomará cargas inmediato y es obligatorio en desencofrado prematuro. Chávez (2020)
- **TIPO IV:** Este cemento es utilizado en estructuras que pide bajo calor de hidratación en la que no se pida dilatación durante el fraguado como en presas. Abanto (2018)

- **TIPO V:** Este cemento es pedido en el excelso aguante a la labor concentrada de sulfatos como en canales, alcantarillas y obras profundas. Chávez (2020)



*Figura 5: Tipos de cemento empleados en la construcción*

Nota: Tomada de “Compuestos del concreto de acuerdo a la resistencia y uso”

Tal cual estos cementos comerciales asimismo hay cementos añadidos que son originarios del cemento portland tipo I. Riva (2000)

#### a) Agregado grueso

Se designa adherido grueso a las texturas retenido por el tamiz de 4.75 mm (N° 4) este procede de una composición mecánica o natural en las rocas y esta sistematizado en la norma NTP 400.037 o además lo podemos hallar en el ASTM C33. Que son átomos de libre componente o que plantees en peligro el componente entre ellas son los elementos orgánicos, tierra, polvo, limo y ente otras sustancias dañinas. Lozano (2021)

- **Grava:** Son distinguidos como canto rodado, siendo un conjunto de piedras, se localizan corrientes de canteras y lechos de ríos en el que los fragmentos van derrochando aristas vivas y se muestran en formas ovaladas, universalmente estas gravas pesan cerca de 1600 a 1700 kg/m<sup>3</sup>. Chávez (2020)
- **Piedra chancada:** Es aquel elemento rocoso, molida en dimensiones determinadas en forma artificial o producto por la labor antrópica.

Que, para su preparación se explora, a aquellas rocas que preste las propiedades físicas mecánica como lo exigido en la noma ASTM C 33. Yupanqui y Huamani (2021)

“La evidencia vital del adherido en el concreto, es la de perfeccionar el volumen y contribución propia la resistencia al aplastamiento “. Las pruebas muestran que la piedra chancada por las propiedades de sus ciertos facilita al concreto ligeramente más nuevos que los hechos con piedra zarandeada o redonda”.

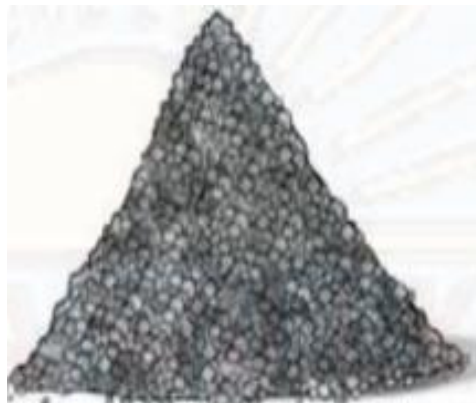


Figura 6: Agregado grueso

Nota: “Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$  utilizando material de región de Huancavelica” por, Matamoros (2019)

Tabla 2: Límite granulométrico del agregado grueso.

| TAMIZ        | % QUE PASA (en masa) |
|--------------|----------------------|
| 37.5 mm 3/8" | 100                  |
| 25.0 mm 1"   | 80 – 100             |
| 12.5mm 1/2"  | 25 – 60              |
| 4.75mm N° 4  | 0 – 10               |
| 2.36mm N° 8  | 0 – 5                |

Nota: "Influencia sobre la resistencia a compresión de un concreto ligero estructural, al reemplazar un porcentaje de traquita; saturada y seca por el agregado grueso “por, Vásquez (2022)

## b) Agregado fino

El adherido fino es una arena elaborada y/o natural que son de tamaño menores al tamiz 4.75 mm (N° 4), pero se consigue emplear en el diseño de concreto con los diversos usos granulométricos que están normalizados. Las características de este adherido en el concreto son para optimizar las características de combinación plástica, el acabado que da igualdad y



advierte la disgregación; hay además tipologías de arenas ya que él (ASTM) precisa a la arena natural como efecto de la disgregación natural de la roca o moledura de arenisca. Abanto (2018)



Figura 7: Agregado fino

Nota: "Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de  $f^c = 175 \text{ Kg-f/cm}^2$  utilizando material de región de Huancavelica" por, Matamoros (2019)

Tabla 3: Límite granulométrico del agregado fino

| TAMIZ             |         | % QUE PASA (en masa) |
|-------------------|---------|----------------------|
| 9.5 mm            | 3/8"    | 100                  |
| 4.75 mm           | N.º 4   | 95 – 100             |
| 2.36 mm           | N.º 8   | 80 – 100             |
| 1.18 mm           | N.º 16  | 50 – 85              |
| 600 $\mu\text{m}$ | N.º 30  | 25 – 60              |
| 300 $\mu\text{m}$ | N.º 50  | 5 – 30               |
| 150 $\mu$         | N.º 100 | 0 – 10               |

Nota: "Influencia sobre la resistencia a compresión de un concreto ligero estructural, al reemplazar un porcentaje de traquita; saturada y seca por el agregado grueso "por, Vásquez (2022)

### c) Piedra pómez

Asimismo, nombrada pumita es una roca magmática volcánica vítrea, con baja densidad y muy permeable, de tono gris o blanco. En su formación la lava proyectada al aire sufre una gran descompresión. Como resultado de esto se origina una desgasificación estando áreas vacías apartados por delgadas paredes de vidrio volcánico. Su textura es rugosa y su representación consigue ser angular u ovalada. La dimensión de los granos al estado natural varía desde muy fino, parecido a la arena, hasta diámetros de una pulgada o más.

#### d) Agua

El agua de amasado intercede en las reacciones de hidratación del cemento. La suma de esta debe ser la precisa necesaria, pues la sobrante que no intercede en la hidratación del cemento se evaporará y establecerá huecos en el hormigón reduciendo el aguante del propio. Alcanza a estimarse que cada litro de agua de amasado de abundancia supone anular dos kilos de cemento en la combinación. Pero, una disminución enorme de agua causaría una combinación seca, poco adaptable y muy dificultoso de ubicar en obra. Por ello es un dato muy significativo establecer apropiadamente la suma de agua.

En el primer endurecimiento del hormigón se aumenta el agua de curado para optimizar la hidratación del cemento. Chávez (2020).

Tabla 4: Componentes del agua

| Valor máximo admisible | Sustancias disueltas  |
|------------------------|-----------------------|
| 300 ppm                | Cloruros              |
| 300 ppm                | Sulfatos              |
| 150 ppm                | Sales de magnesio     |
| 1500 ppm               | Sales solubles        |
| Mayor de 7             | P-H                   |
| 1500 ppm               | solidos en suspensión |
| 10 ppm                 | materia orgánica      |

Nota: Norma Técnica Peruana NTP 339.088.



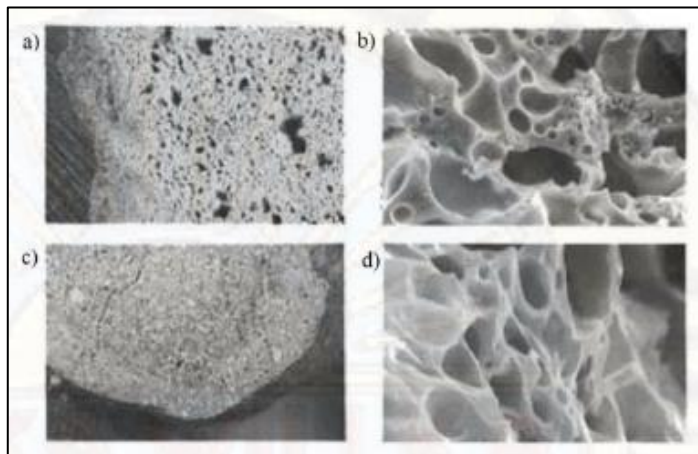
Figura 8: Agua

Nota: (Aucca C, y otros, 2021)

#### 2.2.1.4. Propiedades de concreto liviano

Según Matamoros (2019), cada una de las propiedades de los adheridos leves logran asumir cierta relación con las características del concreto endurecido y fresco. Pero, debe distinguirse que las características del concreto liviano, en usual con las del concreto de peso normal, están muy influenciadas por la eficacia de la matriz cementosa. Las características determinadas de los adheridos que logran afectar las características del concreto son las sucesivas:

- **Forma de las partículas y textura de la superficie:** Los adheridos ligeros de diferentes Notas, o derivados por diversos métodos, consiguen diferir ampliamente en la textura y forma de los átomos. La representación logra ser cúbica y prudentemente habitual, básicamente ovalada o angular e irregular. Las texturas superficiales consiguen cambiar a partir comparativamente suaves con pequeños poros expuestos a irregulares con huecos chicos a grandes. La forma de los átomos y la textura del área de los adheridos finos y gruesos influyen en la dosificación de las combinaciones en componentes tales como la trabajabilidad, la capacidad de bombeo, la proporción de adheridos finos a gruesos, el contenido de aglomerante y el requerimiento de agua. Matamoros, (2019).



*Figura 9: Secciones transversales y fotomicrografías de agregados livianos típicos. Piedra pómez (a) sección transversal parcial; (b) micrografía del interior. Arcilla expandida (c) sección transversal parcial; (d) micrografía del interior.*

Nota: “Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de  $f'c=175 \text{ Kg-f/cm}^2$  utilizando material de región de Huancavelica” por, Matamoros (2019)

- **Densidad relativa:** Debido a su estructura celular, la densidad relativa de los átomos de adheridos livianos es más baja que la de los adheridos de

peso estándar. La densidad relativa de átomos leves del adherido liviano igualmente varía con el volumen de los átomos, siendo más alta para los átomos finos y más baja para los átomos gruesos, y la dimensión de las diferencias depende de los análisis de proceso. El rango práctico de densidades relativas de adheridos livianos y gruesos, rectificado a la situación seca, es de cerca de 1/3 a 2/3 que para los adheridos de peso estándar. Las densidades de átomos por debajo de este rango logran pedir más cemento para conseguir el aguante requerido y, por consiguiente, logran no efectuar con las necesidades de densidad del concreto (Matamoros, 2019 pág. 32).

- **Densidad aparente:** La densidad aparente del adherido liviano es considerablemente pequeño debido a la estructura celular que la de los adheridos de peso normal. Para la misma progresión y forma de átomos, la densidad aparente de un adherido es sustancialmente igual a las densidades relativas de átomos. Pero, los adheridos de la propia densidad de átomos consiguen poseer densidades volumétricas notablemente diferentes debido a las diferentes proporciones de vacíos en los volúmenes de adheridos de diversos modos de átomos de forma suelta o seca. La situación es análoga a la de la grava ovalada y la piedra molida, en el que las discrepancias logran ser de hasta 10 lb / ft<sup>3</sup> (160 kg / m<sup>3</sup>), para la propia densidad de átomos y nivelación, en la situación de varilla seca. Los adheridos livianos redondeados y angulares de la misma densidad de átomos logran diferir en 5 lb / ft<sup>3</sup> (80 kg / m<sup>3</sup>) o más en la situación de secado, pero la propia masa de cualquiera tomara el propio volumen en el concreto. Esto se debe tomar en cuenta al momento de evaluar la viabilidad cuando se emplean diversos adheridos (Matamoros, 2019 pág. 33).

Tabla 5: Características del agregado liviano

| Forma               | Tipo                           | Absorción de agua en masa (%) | Densidad aparente suelta seca al horno (kg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|
| Redondeada          | Arcilla expandida              | 12 – 14                       | 350–500   |
| Angular / regular   | Pizarra expandida              | 10 – 15                       | 560–720   |
| Redondeado          | Esquisto expandido             | 12 – 14                       | 500–800   |
| Angular / irregular | Piedra pómez                   | 30 – 40                       | 500–880   |
| Redondeado          | Sinterizado PFA                | 9 – 15                        | 800–850   |
| Suave / irregular   | Peletizado expandido o Escoria | 3 – 5                         | 850–950   |

Nota: "Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de  $f^c= 175 \text{ kg/cm}^2$  empleando material de Huancavelica" por, Matamoros (2019)

### 2.2.2. Propiedades físicas y mecánicas del concreto

Son formas del concreto en etapa fresca para lograr definir la observación y/o mediciones simples que son inherentes para las combinaciones de superior o inferior nivel que tenga función del cuidado, entre ellas asumimos:

#### a) Trabajabilidad

Esta característica se mide en esfuerzos con ayudar en los tiempos de combinación, fraguado, transporte, compactado y finalización de la relación agua – cemento con relación de la trabajabilidad y apropiada repartición de los áridos. Carrasco (2018)

Y la facilidad de distribución, afirmación y el adherido que resiste a la separación y concreto fresco.



Figura 10: Ensayo Slump (trabajabilidad)

Nota: "Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cemento Ico, Ms y Ug, Trujillo 2018" por, Ruiz Uceda & Vasallo Barrios (2018)

Tabla 6: Consistencia en mezcla de concreto

| Slump         | Consistencia | Trabajabilidad  | Método de compactación          |
|---------------|--------------|-----------------|---------------------------------|
| 0 plg-2plg    | Seco         | Poco trabajable | Por vibración                   |
| 3 plg- 4plg   | Plástico     | Trabajable      | Por-vibración ligera            |
| Mayor a 5 plg | Fluido       | Muy trabajable  | Mediante un proceso de chuseado |

Nota: “tecnología de concreto” por, Abanto (2017)

## b) Fragua

Según la ASTM:C403 (2013), el tiempo de fragua se logra establecer por medio del aguante a la penetración.

Equipos y herramientas de utilización:

- Contenedor: Debe ser severo, no absorbente, hermético y libre de aceite o grasa. Debe poseer un área de superficie lo bastante grandioso para efectuar 10 lecturas de aguante a la penetración (ASTM:C403, 2013). Canchanya (2021)
- Agujas de penetración: De acuerdo con la ASTM:C403 (2013), deben ser agujas conectadas al aparato de carga, deben poseer las sucesivas áreas de contacto: 645, 323, 161, 65, 32 y 16 mm<sup>2</sup> (1, ½, ¼, 1/10, 1/20 y 1/40 pulg<sup>2</sup>). Se deben marcar las espigas de las agujas circular un recorrido 25 mm (1 pulg) del área de contacto. La distancia de la aguja será entre 16 mm (1/40 pulg) y 90 mm (3 ½ pulg) (Canchanya, 2021 pág. 31).
- Varilla apisonadora: De acero circular y recta de diámetro 16 mm (5/8 pulg) y con una longitud de 600 mm (24 pulg), la punta debe ser semiesférica de diámetro 16 mm (5/8 pulg) (ASTM:C403, 2013). – Pipeta: Según ASTM:C403 (2013), se emplea para sacar agua de exudación de la superficie de ensayo (Canchanya, 2021 pág. 31).
- Termómetro: Según ASTM:C403 (2013), debe medir con un acercamiento  $\pm 0.5$  °C.

Procedimiento según la ASTM:C403 (2013):

- Sacar el agua de exudación con una pipeta, esta se inclinará en un ángulo de  $10^\circ$  con relación a la horizontal, colocar un soporte en un extremo al menos 2 minutos y al final se sacude el agua (Canchanya, 2021 pág. 31).
- Una aguja de penetración se mete en la muestra, dependiendo del grado de endurecimiento varía el tamaño de la aguja, se empleará una fuerza hacia abajo hasta que la aguja penetre hasta  $25 \pm 2\text{mm}$  ( $1 \pm 1/16$  plg) de hondura. El aguante de penetración se calcula fraccionando la fuerza que se usa dentro del área de apoyo de la aguja. El trayecto libre debe estar entre dos diámetros de aguja y no menor de  $15\text{ mm}$  ( $1/2$  plg) (Canchanya, 2021 pág. 32).
- Después de 3 a 4 horas de contacto de agua y cemento se efectúa una prueba originaria. Luego se efectúan las pruebas sucesivas en un intervalo de  $1/2$  a 1 hora (Canchanya, 2021 pág. 32).
- Deben crearse por lo menos seis penetraciones para cada prueba. Se continua con la prueba hasta que se consiga un aguante a la penetración igual o mayor a  $27.6\text{ Mpa}$  (Canchanya, 2021 pág. 32).



*Figura 11:* Operación de llenado de los recipientes con mortero de hormigón

Nota: "Análisis de un modelo matemático para determinar el tiempo de fraguado del hormigón" por, Arrey (2018)



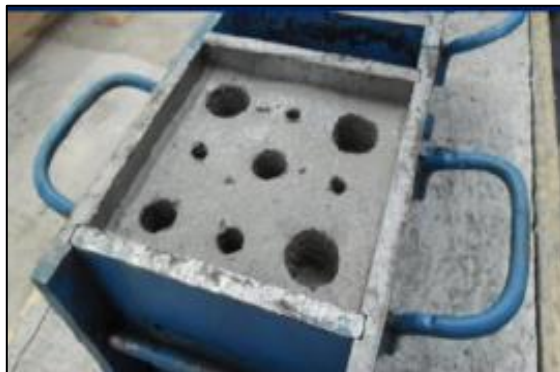
*Figura 12: Recipientes llenos con mortero de hormigón.*

Nota: "Análisis de un modelo matemático para determinar el tiempo de fraguado del hormigón" por, Arrey (2018)



*Figura 13: Medición de penetración para determinación del tiempo de fraguado*

Nota: "Análisis de un modelo matemático para determinar el tiempo de fraguado del hormigón" por, Arrey (2018)



*Figura 14: Recipiente con mortero de hormigón después de realizadas las mediciones*

Nota: "Análisis de un modelo matemático para determinar el tiempo de fraguado del hormigón" por, Arrey (2018)



**c) Contenido de aire**

Este contenido de aire es de chico tamaño de aire atrapado con la combinación de concreto, en el que el aire asimismo es contenido mediante aditivos, para poder guiarnos se sigue las normas de (ASTM) y 339.080. Norma técnica peruana.

**d) Peso Unitario**

Es la suma de masa y en volumen fijada y que es indicada en kg/m, ya que tiene un peso específico y logra cambiar entre 2000 hasta 2500 kg/m<sup>3</sup>. Asimismo, la densidad y la suma de sus áridos en suma de aire, cemento y agua; conseguimos ejercer de acuerdo con la norma ASTM C138, NTP. Carrasco (2018)

**2.2.2.1. Propiedades Mecánicas**

Las características mecánicas de un concreto con un grupo que se da al concreto con la finalidad de evaluar los efectos de fallo y estudios de módulo de elasticidad, aguante a la compresión y tracción, ya que en concreto se ve temperaturas altas con sensible y permanencia de la temperatura y transformación físico-mecánico que daña esta característica a mecánica del concreto. Sahesa (2018)

El diseño de estructuras de concreto simple y de concreto armado o de concreto pre-esforzado, y entre ellas poseemos las sucesivas:

- Flujo Plástico.
- Resistencia al Corte.
- Resistencia a la Tracción.
- Módulo de Elasticidad.
- Resistencia a la compresión.
- Ductilidad.

**a) Resistencia a la Compresión**

La compresión del concreto se establece mediante testigos que están igualadas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, que es llevada a roturas mediante cargas que se van aumentando respectivamente rápidas y que duran por unos minutos. Estos aguantes son medidas en intervalos de días de curado ordinariamente son de 7, 14, y 28 días, influye mucho el aguante a conseguir y la temperatura. Escobar (2018)

Las características significativas e influyentes dentro de la capacidad de carga a una estructura se logran hallar las cargas térmicas o afectas el módulo de elasticidad del concreto con aguante a la compresión del concreto. Por lo que el aguante a compresión de un concreto menora ampliamente por las temperaturas excelsas por el tipo de adherido, tipo de cemento, aguante a la compresión, sellador, y sostén del calentamiento desde 22°C a 120°C. Escobar (2018)

#### - Aparato

Según Aucca y Carbajal (2021), manifiesta (INDECOPI - NTP 339.034, 2008)

- La máquina tendrá una capacidad de velocidad de carga indicada.
- Con documento de calibración cada 3 meses aprox.
- La operación es mecánica y aplicándose carga continua.
- Con un porcentaje de error = + 1% de la carga indicada.
- Logramos incluir: Escuadras metálicas, cinta métrica, vernier



Figura 15: Resistencia a la compresión

Nota: "Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes" por, Aucca y Carbajal (2021)

#### - Probetas o muestras de concreto

Según manifiesta (INDECOPI - NTP 339.034, 2008)

- Deben poseer el mismo diámetro, siendo un cilindro y no exceder 2 % de diferencia.

- Para establecer el diámetro promedio, es de uno x 10 probetas o 3 probetas en un día.

## b) Resistencia a la flexión

El concreto es un elemento que muestra una vara aguante a esfuerzos de tracción en un aproximativo de 10% a 15% del  $f'_c$ , El cálculo puntual del aguante a la tracción que muestra el concreto llega a obstaculizarse por tensiones suplentes que se comienzan a poner en las pruebas. Uno de los procedimientos más directos usados para este cálculo es la prueba brasileña lo cual se calcula el aguante a flexo tracción. García (2018)

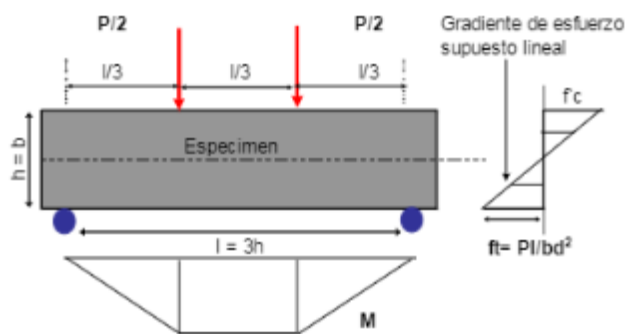


Figura 16: Acción de esfuerzos en una viga.

Nota: “Resistencia a la flexión del concreto” por, García (2017)

El aguante a la flexión es la medida del aguante a la tracción que muestra el concreto por el procedimiento de estudio de cargas a vigas a los tercios de la luz de poyo ASTM C 78 o una carga al punto medio ASTM C293. La prueba estándar se efectuará en vigas con espacios de 150x150x 450 mm, a una edad de 28 días.

**Ecuación:** Módulo de rotura del concreto

$$MR = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

P= Cargas (kg)

L= Luz

b= Ancho de viga

h= Peralte de la viga

Esta característica llega a precisar como el aguante por parte del espécimen a fuerzas de tracción, cuyas pruebas son elaborados en vigas y losas de concreto.



*Figura 17: Viga ensayada a esfuerzos de flexión*

Nota: “Variación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto armado al ser reforzadas con láminas de fibra de carbono” por, Aquino y Mosquiera (2019)

Se debe tener en cuenta que dichos especímenes alcanzan a ser sensibles a los métodos de curado y al manejo por ello se asume un cuidado especial en su transporte.

- **Precauciones**

- Una demasía de sequedad en la viga ocasiona micro resquebrajaduras
- Una humedad interior alcanza a delimitar efectos de contracción

### **2.2.3. Roca Pómez**

#### **2.2.3.1. Historia**

El uso de piedra pómez se origina desde los primeros días de Creta, el mar rociaba seguidamente piedras de las islas volcánicas vecinas, a partir de la segunda mitad del siglo XVI antes de Cristo, fue muy fuerte. Inundado primariamente por los santorines. Paul Faure avisa que tuvo 15 utilizaciones. Las poblaciones costeras recogieron, entre otras cosas, las piedras de piedra pómez aluvial como elemento de construcción, funcionarios de limpieza, desengrasantes en la cerámica, como un remedio para las úlceras y la

intoxicación y para detener la fermentación en cuencos chicos, además fue sacrificado a los dioses, como los dioses del puerto Nirou Chani, los de Arkalochori en el sitio de la gran cueva de la zona y los dioses de la ciudad y el puerto de Kydonia. Los cretenses consideraban la piedra pómez gris como varón, el blanco como dama. En la antigüedad, la piedra pómez en polvo se usaba para cuidar el cuerpo, para tratar a los enfermos, para afilar la punta y para alisar el pergamino de cuero para los libros. En Asia y España se elaboraron ladrillos para la edificación de viviendas de arcilla pómez. En el preámbulo de la crítica de la razón práctica, Kant usa la expresión latino “ex pumice aquam”, que simboliza “exprimir el agua de la piedra pómez”, que culpa de aquellos individuos que quieren obligar los juicios de necesidad por experiencia. A mediados del siglo XIX empezó en la cuenca Neuwieder la producción industrial de piedra pómez.



*Figura 18: Historia de la piedra pómez*

Nota: Tomado de “Monografía de Piedra Pómez, 2021”, por Harp, Alba, Benítez, y Mora, (2021)

### **2.2.3.2. Definición**

La piedra pómez, pumita o pumicita es un elemento mineral de iniciación volcánico (piroclastos), en cuya composición actúan mayoritariamente la sílice y la alúmina, con porcentajes cercanos del orden de: 70% de SiO<sub>2</sub> y 13% de Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Harp, Alba, Benítez, y Mora, (2021)

Ciertas descripciones son las siguientes:



*Figura 19: Piedra pómez*

Nota: "Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de  $f^c= 175 \text{ kg/cm}^2$  utilizando material de región de Huancavelica" por, Matamoros (2019)

- **Pumicita.** Es una roca constituida por fragmentos de pómez en matriz de toba de la propia composición, por lo común riolítica.
- **Pómez.** Roca vítrea, vesicular, de color claro, que usualmente posee composición riolítica. Con periodicidad es ampliamente liviana para flotar sobre el agua.
- **Piedra pómez.** Es una roca volcánica liviana porosa, que se iguala a una esponja, ya que reside en una red de burbujas de gas congeladas en medio de vidrios volcánicos minerales y frágiles.

### **2.2.3.3. Características de la piedra pómez**

Según Gonzales (2022), la textura de la piedra pómez es suficiente permeable, escoriácea. Es muy leve y áspera con cuantiosas cavidades y huecos. De tono gris, blanquecina u otros varios tonos como verde rojizo o negro. Esto depende de las proporciones de minerales que contenga como el cuarzo, óxido de potasio, alúmina, magnesia, bicarbonato, óxido ferroso o sílice. Logra asumir varias formas, pero la totalidad son angulosas y alargadas. Es dura pero disgregable al mismo tiempo, de estructura no cristalina y calcinada de modo natural. Si es «fresca», muestra un brillo sedoso.

La piedra pómez posee una baja densidad. Resiste el fuego, el frío, la intemperie, no es combustible ni inflamable. Es inodora. No tiene sales solubles en agua. Su poder abrasivo es muy bajo. catalogada como elemento

no peligroso, inerte, no muestra peligro para el medio ambiente (Gonzales, 2022 pág. 2).



*Figura 20: Características*

Nota: “Rocas y minerales” por, Gonzales (2022)

#### **a) Composición**

La piedra pómez no se produce en la naturaleza por igual, sus características químicas (y sus beneficios) se alteran considerablemente de acuerdo con el yacimiento, pero por lo frecuente está hecha primariamente por dióxido de silicio (silicato de aluminio amorfo), óxido de aluminio y trazas de otros óxidos. Gallegos (2022)

#### **b) Propiedades**

Su estatuto con gran suma de permeabilidad y células cerradas dan por efecto una permeabilidad con una firmeza de grano al mismo tiempo. Su permeabilidad le accede absorber y estancar el agua, también al hacerla liviana y concederle situaciones particulares, fundamentalmente para el filtrado de productos de fabricación industrial.

La piedra es tan dócil que logra ser tallada, gravada y torneada con gran destreza. Su tono blanco grisáceo le da una gran vistosidad, estando siempre útil para la decoración.

Debido a su ligereza puede flotar sobre las aguas a causa del aire contenido en sus cavidades. Separadamente de eso la piedra pómez es resistente al frío, al fuego y a la intemperie y libre de sales solubles en agua. Gallegos (2022)

Los átomos de esta roca volcánica tienen cambiadas formas prevaleciendo las extensas y las angulosas. Los permeables cerrados le conceden una baja densidad, por lo que el proceder al impacto es muy liviano. Sin embargo,

es de dureza media, debido a su alta friabilidad el poder abrasivo es muy bajo, causando un resultado muy suave sobre el área trabajada. Gallegos (2022)

Tabla 7: Propiedades químicas, físicas y mecánicas del agregado de piedra pómez

| Composición química (%)        |               | Propiedades físicas y químicas                     |        |
|--------------------------------|---------------|--|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 69.78         | Gravedad específica                                | 1.08   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.16         | Volumen de la unidad de peso (kg/cm <sup>3</sup> ) | 976    |
| F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | Mayor a 5 plg | Absorción de agua máx. (%)                         | 46     |
| CaO                            | 2.11          | Cloruro (%)  | 0.0037 |
| MgO                            | 2.47          | Sulfato soluble en ácido (%)                       | 0.182  |
| SO <sub>3</sub>                | 0.6           | Azufre total (%)                                   | 0.033  |
| Pérdida por ignición           | 0.06          | MgSO <sub>3</sub>                                  | 1.41   |
| Na <sub>2</sub> O              | 4.33          |  |        |
| K <sub>2</sub> O               | 2.87          |  |        |
| Cl                             | 0.0496        |  |        |
| Total                          | 98.04         |  |        |

Nota: "Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de f"c= 175 kg/cm<sup>2</sup> utilizando material de región de Huancavelica" por, Matamoros (2019)

### c) Aplicaciones

En la edificación es utilizada en forma molida y se emplea para formar morteros u hormigones aligerados que acceden optimizar las situaciones acústicas y térmicas de una edificación, posee una alta dureza y por esto se la usa como abrasivo; adicionalmente se la usa como roca ornamental. Se utiliza por añadidura como filtro en la industria, como polvo abrasivo en odontología y cosmética. Gallegos (2022)

- Es empleado para el proceso de tratamiento de las aguas servidas. Matamoros (2019)
- Es sonado en la elaboración de concreto liviano.





*Figura 21: Piedra pómez*

Nota: “elespanol.com” por, El español (2019)

### 2.3. Marco conceptual

- a) **Dosificación:** Se referencia a la proporción de materiales que se proyecta a emplear para lograr cierto tipo de concreto con determinadas características y propiedades, esta varía de acuerdo a las características de las propiedades de los agregados. Inka (2019)
- b) **Agregado fino:** El material fino y la arena natural fraccionada en pequeños gránulos que son pasantes por la malla 9.5mm (3/8”), este material le brinda trabajabilidad al concreto. Villanueva y Azañedo (2020)
- c) **Agregado grueso:** Se reconoce así a los granos que son retenidos por la malla 4.75mm (N°4) formado por la disgregación mecánica o natural de rocas, en el que prevalecen átomos superiores a 5mm y ordinariamente entre 9.5mm y 38mm. Villanueva y Azañedo (2020)
- d) **Concreto:** Se reconoce como un elemento ampliamente usado dentro de la industria de la construcción por sus propiedades resistentes, siendo este una consecuencia de la mezcla de agregados, agua y material cementante. Benavides (2021)
- e) **Concreto liviano:** Este es un material estructural que presenta menor peso en comparación de un concreto convencional, al tener un mayor porcentaje de vacíos, y menor densidad. Gallegos (2022)
- f) **Trabajabilidad:** Esta es una propiedad que tiene el hormigón fresco representando la facilidad con la que se puede colocar, consolidar, mezcla y trasladar, es así que entre mayor sea su trabajabilidad se puede emplear en elementos angostos y cubrir los bordes con facilidad. Reymundo (2021)

- g) Fraguado:** Se representa en tiempo, es así que se reconoce como el proceso de endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, esto se calcula mediante la penetración de aguja del penetrómetro en el concreto. Perez (2023)
- h) Resistencia a la compresión:** Es una propiedad mecánica expresada en  $\text{kg/cm}^2$  representando la capacidad de oposición a cargas de compresión en su estado endurecido, antes de llegar a la rotura del elemento. Acuña y Rojas (2022)
- i) Resistencia a la flexión:** Expresado en MR ( $\text{kg/cm}^2$ ) representado la capacidad de soporte a esfuerzos de flexión, el cual generalmente se observa en vigas, losas, etc. Este valor representa entre el 20%-30% del  $f'_c$ . Ruiz (2018)

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

Las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano presentan resultados positivos con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

##### **3.1.2. Hipótesis específica**

- a) La trabajabilidad del concreto liviano se reduce con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.
- b) El tiempo de fraguado del concreto liviano aumenta con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.
- c) La resistencia a compresión del concreto liviano cambia considerablemente con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.
- d) La resistencia a la flexión de un concreto liviano varía considerablemente con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

## 3.2. Variables

### 3.2.1. Definición conceptual de las variables

#### a) Variable independiente (X)

##### **Roca Pómez**

Según Harp (2021), la piedra pómez presenta un origen volcánico, este compuesto esencialmente por alúmina y sílice, tienen una alta porosidad, la densidad es de 0.4 – 0.9 g/cm<sup>3</sup>, aislante térmico y características puzolánicas y también se emplea en la elaboración de Cemento Portland, aumentando la resistencia al ataque de agua, ataque al ácido de agua, etc.

#### b) Variable dependiente (Y)

##### **Propiedades físicas – mecánicas del concreto liviano**

Según Gallegos (2022), el concreto ligero se considera como un material de densidades menores, la reducción de la densidad en el concreto es producido por la presencia de vacíos, empleado para reducir las cargas de la estructura. Es así que el concreto liviano presenta propiedades físicas como: asentamiento, TF, exudación, MR, f'c.

### 3.2.2. Definición operacional de la variable

#### a) Variable independiente (X)

##### **Roca Pómez**

La roca pómez se operacionalizó a partir de sus dos dimensiones:

- D1: Dosificación (se emplearon dosificaciones de 12%, 18% y 22%)
- D2: Propiedades físicas (Se evalúa el valor de peso unitario, absorción y se analizó el peso unitario compacto)

Las dimensiones fueron evaluadas tomando en cuenta sus indicadores, para dar solución a los problemas.

#### b) Variable Dependiente (Y)

##### **Propiedades físicas – mecánicas del concreto liviano**

Las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano, se operacionaliza mediante cuatro dimensiones:

- D1: Trabajabilidad. (se evaluó la consistencia de acuerdo al Slump)

- D2: Fraguado (se identificó el tiempo de fraguado inicial y final)
- D3: Resistencia a la compresión (se evaluó el  $f_c$  mediante rotura de proveas)
- D4: Resistencia a la flexión (se evaluó el MR con ensayos de flexión en vigas)

Las dimensiones fueron evaluadas tomando en cuenta sus indicadores, para dar solución a los problemas.

### **3.2.3. Operacionalización de variables**

Tabla 8: Operacionalización de variables.

| VARIABLES  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIONES                 | INDICADORES                       | INSTRUMENTO                   | ESCALA |   |   |   |   |
|--|---|---|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------|---|---|---|---|
|  |   |   |                             |                                   |                               | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>1: Variable Independiente</b><br><br>Roca pómez                                       | Según Harp (2021), la piedra pómez presenta un origen volcánico, este compuesto esencialmente por alúmina y sílice, tienen una alta porosidad, la densidad es de 0.4 – 0.9 g/cm <sup>3</sup> , aislante térmico y características puzolánicas y también se emplea en la elaboración de Cemento Portland, aumentando la resistencia al ataque de agua, ataque al ácido de agua, etc.   | La roca pómez se operacionaliza a partir de sus dos dimensiones:<br><br>- D1: Dosificación (se emplearon dosificaciones de 12%, 18% y 22%)<br>- D2: Propiedades físicas (Se evalúa el valor de peso unitario, absorción y se analizó el peso unitario compacto)<br><br>Las dimensiones fueron evaluadas tomando en cuenta sus indicadores, para dar solución a los problemas. | Dosificación                | 12%<br>18%<br>22%                 | Ficha de laboratorio          |        | X |   |   |   |
|  |   |   |                             | Peso unitario suelto              | Ficha de recolección de datos |        | X |   |   |   |
|  |   |   |                             | Peso unitario compactado          | Ficha de recolección de datos |        | X |   |   |   |
|  |   |   | Propiedades físicas         | Absorción                         | Ficha de recolección de datos |        |   |   |   |   |
| <b>2: Variable Dependiente</b><br><br>Propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano | Según Gallegos (2022), el concreto ligero se considera como un material de densidades menores, la reducción de la densidad en el concreto es producido por la presencia de vacíos, empleado para reducir las cargas de la estructura. Es así que el concreto liviano presenta propiedades físicas como: asentamiento, TF, exudación, MR, f'c.<br><br>Las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano, se operacionaliza mediante cuatro dimensiones:<br><br>- D1: Trabajabilidad. (se evaluó la consistencia de acuerdo al Slump)<br>- D2: Fraguado (se identificó el tiempo de fraguado inicial y final)<br>- D3: Resistencia a la compresión (se evaluó el f'c mediante rotura de proveas)<br>- D4: Resistencia a la flexión (se evaluó el MR con ensayos de flexión en vigas)<br><br>Las dimensiones fueron evaluadas tomando en cuenta sus indicadores, para dar solución a los problemas. |   | Trabajabilidad              | Consistencia Slump                | Cono de Abrams                |        | X |   |   |   |
|  |   |   | Fraguado                    | Fraguado inicial                  | Aguja vicat                   |        | X |   |   |   |
|  |   |   |                             | Fraguado final                    | Penetrómetro                  |        | X |   |   |   |
|  |   |   | Resistencia a la compresión | Carga máxima a compresión         | Carga axial (KN)              |        | X |   |   |   |
|  |   |   |                             | Tipo de falla                     | Tipo de falla de rotura       |        | X |   |   |   |
|  |   |   | Resistencia a la flexión    | Ubicación de la línea de fractura | MR                            |        | X |   |   |   |
| Ubicación de la línea de fractura  | Equipo de la línea de flexión   |   |                             | X                                 |                               |        |   |   |   |   |

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

Según Armijo et al. (2021), el método de investigación cuantitativo se define como un proceso estructurado y análisis de información obtenido a partir de una variedad de fuentes. En este proceso se emplean herramientas estadísticas y matemáticas cuyo propósito es el de cuantificar datos para la solución de un problema.

En la investigación se recopiló datos con relación a las propiedades de la piedra pómez mediante técnicas de recolección de datos para luego realizar ensayos de laboratorio, y con los datos obtenidos realizar un análisis, logrando así los objetivos planteados.

De acuerdo con las consideraciones anteriores en la tesis se empleó el **método cuantitativo**.

#### **4.2. Tipo de investigación**

Según Nicomedes (2018), las investigaciones con un enfoque de tipo aplicada se busca la resolución de los problemas que aquejan a las personas y a la sociedad. De esta forma con este tipo de tesis se aplican soluciones y técnicas concretas para dar solución a problemas.

Las constantes fallas de estructura a causa de las cargas y la limitante de elementos estructurales para soportar cierto peso representan una gran dificultad del desarrollo dentro de la construcción es así que para dar solución a estas limitantes se emplea como un sustituto parcial la piedra como parte del agregado grueso.

En función a las consideraciones del anterior párrafo se afirma haber empleado un **tipo de investigación aplicada**.

#### **4.3. Nivel de la investigación**

De Según Sánchez et al. (2018), el análisis explicativo se considera como un paso más allá del nivel exploratorio y descriptivo, estando enfocado en el encuentro de causas y razones que logran explicar el comportamiento de cierto fenómeno.

En la tesis se evaluó el comportamiento que presenta el concreto con el uso de piedra pómez como una sustitución parcial del agregado grueso, al evaluar sus propiedades mecánicas, identificando así la relación entre las variables de la investigación.

En función a la justificación presentada en los párrafos anteriores se empleó el **nivel explicativo**.

#### **4.4. Diseño de la investigación**

Según Álvarez (2020), la exploración cuasi - Experimental, se origina a partir de la generación de instrumento y técnicas para la recolección de los datos en grupos de muestreo que son evaluados, para llegar a conclusiones que respondan los problemas y objetivos de una investigación.

En la investigación se emplearon instrumentos y técnicas para la recolección de datos con relación a los ensayos en los que se emplearon grupos de muestreo con el concreto normal y el concreto con 12%, 18% y 22% de piedra pómez, es así que con los resultados se cumplió con los objetivos.

De acuerdo con lo sustentado antes se empleó el **diseño cuasi - experimental**.

#### **4.5. Población y muestra**

##### **4.5.1. Población**

Según Gómez (2019), la población se conforma por un conjunto de unidades de (personas, cosas o elementos) los cuales son empleados como parte de una investigación, estos elementos presentan características semejantes que los unen.

El tamaño de la población realizada fue de 80 testigos de concreto.



#### 4.5.2. Muestra

Según Armijo (2020), la muestra se reconoce como un sub grupo que conforman los elementos de la población, que son separados para realizar un estudio más detallado y cuyos resultados puede ser generalizado para la población.

Está conformado por la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez en 12%, 18% y 22%, de la siguiente manera:

Tabla 9: Testigos de concreto.

| Testigos de concreto             |        |         |         |         |           |
|----------------------------------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| Muestra                          | 7 días | 14 días | 21 días | 28 días | Total     |
| Concreto convencional            | 3      | 3       | 3       | 3       | 12        |
| Concreto con 12% de piedra pómez | 3      | 3       | 3       | 3       | 12        |
| Concreto con 18% de piedra pómez | 3      | 3       | 3       | 3       | 12        |
| Concreto con 22% de piedra pómez | 3      | 3       | 3       | 3       | 12        |
| <b>Total</b>                     |        |         |         |         | <b>48</b> |

Se realizó 3 muestras de cada testigo en cada fecha de curado siendo un total de 48 en ensayos de compresión.

Tabla 10: Vigas de concreto.

| Vigas de concreto                |        |         |         |         |           |
|----------------------------------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| Muestra                          | 7 días | 14 días | 21 días | 28 días | Total     |
| Concreto convencional            | 2      | 2       | 2       | 2       | 8         |
| Concreto con 12% de piedra pómez | 2      | 2       | 2       | 2       | 8         |
| Concreto con 18% de piedra pómez | 2      | 2       | 2       | 2       | 8         |
| Concreto con 22% de piedra pómez | 2      | 2       | 2       | 2       | 8         |
| <b>Total</b>                     |        |         |         |         | <b>32</b> |

Se realizó 2 muestra de cada testigo en cada fecha de curado siendo un total de 32 en ensayos de flexión.

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

Según García (2019), es un conjunto de procedimientos y reglas que acceden al investigador la relación del objeto en la indagación, mecanismo y de recolectar y registrar la información.

- **La observación directa:** Se usó como una técnica complementaria mediante un proceso de observación para la obtención de datos de los ensayos realizados en laboratorio en relación a los indicadores y dimensiones.
- **Análisis documental y revisión:** Se examinan las notas en primera mano y es la recolección de información de los registros (antecedentes), y análisis de datos teóricos para emplear datos como parte de los antecedentes.

#### 4.6.1. Instrumentos de recolección de datos

Para obtener los instrumentos utilizados en el proceso de obtener información se desarrollará un procedimiento para su respectiva utilización dentro de nuestra investigación con el objetivo de poder recolectar y registrar toda la información que más adelante será detallada y utilizada.

**PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS**

Proyecto: \_\_\_\_\_

Fecha de Realización: \_\_\_\_\_

Método de prueba estándar para análisis de tamiz de agregados finos y gruesos  
ASTM C136/C136M-19 NTP 400.017

Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso: ASTM C127-15 - NTP 400.022

| Agregado Fino       |                  |  | Agregado Grueso     |                  |  |
|---------------------|------------------|--|---------------------|------------------|--|
| ABERTURAS CUADRADAS | Masa Retenida, g |  | ABERTURAS CUADRADAS | Masa Retenida, g |  |
| TAMIZ "mm"          |                  |  | TAMIZ "mm"          |                  |  |
| 5 in.               | 125.00           |  | 5 in.               | 125.00           |  |
| 4 in.               | 100.00           |  | 4 in.               | 100.00           |  |
| 3 1/2 in.           | 90.00            |  | 3 1/2 in.           | 90.00            |  |
| 3 in.               | 75.00            |  | 3 in.               | 75.00            |  |
| 2 1/2 in.           | 63.00            |  | 2 1/2 in.           | 63.00            |  |
| 2 in.               | 50.000           |  | 2 in.               | 50.000           |  |
| 1 1/2 in.           | 37.500           |  | 1 1/2 in.           | 37.500           |  |
| 1 in.               | 25.000           |  | 1 in.               | 25.000           |  |
| 3/4 in.             | 19.000           |  | 3/4 in.             | 19.000           |  |
| 3/8 in.             | 12.500           |  | 3/8 in.             | 12.500           |  |
| 3/16 in.            | 9.500            |  | 3/16 in.            | 9.500            |  |
| No. 4               | 4.750            |  | No. 4               | 4.750            |  |
| No. 8               | 2.360            |  | No. 8               | 2.360            |  |
| No. 16              | 1.180            |  | No. 16              | 1.180            |  |
| No. 30              | 0.600            |  | No. 30              | 0.600            |  |
| No. 50              | 0.300            |  | No. 50              | 0.300            |  |
| No. 100             | 0.150            |  | No. 100             | 0.150            |  |
| No. 200             | 0.075            |  | No. 200             | 0.075            |  |
| < 200               | Fondo            |  | < 200               | Fondo            |  |

| PROCEDIMIENTO  | DATO |
|--|------|
| A = Masa de muestra seca en horno de ensayo al aire, g                 |      |
| B = Masa de muestra de ensayo "superficie saturada seca" en el aire, g |      |
| C = Masa aparente de muestra saturada de ensayo en el agua, g          |      |

Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino, ASTM C128-22

| PROCEDIMIENTO  | DATO |
|--|------|
| A = Masa de la muestra seca al horno, g  |      |
| B = Masa de la fiola llenado de agua hasta la marca de calibración, g            |      |
| C = Masa de Fiola lleno de la muestra y el agua hasta la marca de Calibración, g |      |
| S = Masa de la muestra de saturadosuperficialmente seca, g                       |      |
| Masa fiola, g  |      |

Método de prueba estándar para densidad aparente ("Peso unitario") y vacíos en agregados ASTM C29/C96M - 17

| PROCEDIMIENTO                          | 1 | 2 | 3 |
|--|---|---|---|
| Masa de Recipiente, kg                 |   |   |   |
| Masa de M. Suelta + Recipiente, kg     |   |   |   |
| Masa de M. Compactada + Recipiente, kg |   |   |   |
| Masa de Recipiente, kg                 |   |   |   |
| Ag. Fino                               |   |   |   |
| Masa de M. Suelta + Recipiente, kg     |   |   |   |
| Masa de M. Compactada + Recipiente, kg |   |   |   |
| Ag. Grueso                             |   |   |   |
| Masa de M. Suelta + Recipiente, kg     |   |   |   |
| Masa de M. Compactada + Recipiente, kg |   |   |   |

Método de prueba estándar para el contenido total de humedad evaporable del agregado por secado, ASTM C566-19

| Procedimiento, Agregado fino | 1 | 2 |
|------------------------------|---|---|
| Masa de Tara                 | g |   |
| Masa + Agregado Humedo       | g |   |
| Masa + Agregado Seco         | g |   |

| Procedimiento, Agregado Grueso | 1 | 2 |
|--------------------------------|---|---|
| Masa de Tara                   | g |   |
| Masa + Agregado Humedo         | g |   |
| Masa + Agregado Seco           | g |   |


Figura 22: Hoja de datos para obtener información de la caracterización de agregados  
Nota: Propia

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN, ASTM C39/C39M-21**

Proyecto: \_\_\_\_\_ Temperatura Ambiente: \_\_\_\_\_  
 Fecha de Rotura: \_\_\_\_\_ Humedad Relativa: \_\_\_\_\_

| DESCRIPCIÓN | F'c | PESO DE ROTURA | PESO DE VAGUADO | ESDADO | diámetro 1 (mm) | diámetro 2 (mm) | PERÍMETRO (mm) | ALTURAS (mm) aproximación 10% |    |    | CARGA MÁXIMA (kN) | RAFALADO (mm) | TIPO DE FALLA | Masa del Especimen |
|-------------|-----|----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|----|----|-------------------|---------------|---------------|--------------------|
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                | h1                            | h2 | h3 |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |
|             |     |                |                 |        |                 |                 |                |                               |    |    |                   |               |               |                    |



Tipo 1: Como resultado de una rotura por compresión, el área de rotura es de 10 mm en general. Véase la Tabla 1.

Tipo 2: Como resultado de una rotura por flexión, el área de rotura es de 10 mm en general. Véase la Tabla 1.

Tipo 3: Como resultado de una rotura por tracción, el área de rotura es de 10 mm en general. Véase la Tabla 1.

Tipo 4: Como resultado de una rotura por deslizamiento, el área de rotura es de 10 mm en general. Véase la Tabla 1.

Tipo 5: Como resultado de una rotura por corte, el área de rotura es de 10 mm en general. Véase la Tabla 1.

Tipo 6: Como resultado de una rotura por torsión, el área de rotura es de 10 mm en general. Véase la Tabla 1.

Nombre del Cliente: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre del Cliente: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Figura 23: Hoja de datos para la obtención de datos de  $f'c$

Nota: Propia

#### 4.6.2. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación

✓ **Validez**

En palabras de Manzi y García (2019), La validez de un instrumento se reconoce como aquel grado en el que se generan resultados coherentes y consistentes. Es así que al ser empleado al mismo elemento de estudio se logra obtener los mismos resultados.

Tabla 11: Intervalo de validez de un instrumento

| RANGOS       | MAGNITUD |
|--------------|----------|
| 0.81 a 1.00  | Muy Alta |
| 0.60 a 0.80  | Alta     |
| 0.41 a 0.60  | Moderada |
| 0.21 a 0.40  | Baja     |
| 0.01 a menos | Muy baja |

Nota:Reloso Chacin, Rafael (2021)

Tabla 12: Evaluación de expertos y calificaciones de valides

| Nombre | Apellido            | Profesión       | Grado académico | Calificación asignada |
|--------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| Luis   | Gamarra Espinoza    | Ingeniero civil | Magister        | 0.79                  |
| Miguel | Villa nueva Rosales | Ingeniero civil | Magister        | 0.80                  |
| Rando  | Porras Olarte       | Ingeniero civil | Magister        | 0.96                  |
| Total  |                     |                 |                 | 0.89                  |

Nota: Propia

### ✓ Confiabilidad

En palabras de Manzi y García, (2019) Se dice del grado en el que un instrumento logra producir resultados adecuados de acuerdo a los problemas y objetivos por lo que es elaborado en función a las dimensiones e indicadores.

Tabla 13: Intervalo de confiabilidad de un instrumento

| RANGOS       | MAGNITUD |
|--------------|----------|
| 0.81 a 1.00  | Muy Alta |
| 0.60 a 0.80  | Alta     |
| 0.41 a 0.60  | Moderada |
| 0.21 a 0.40  | Baja     |
| 0.01 a menos | Muy baja |

Nota: Relloso, R (2021)

Los instrumentos fueron de validados de acuerdo a tres profesionales de la línea de investigación para luego realizar el análisis del alfa de Crombach.

| Confiabilidad |             |            |      |      |      |      |            |      |      |      |      |       |
|---------------|-------------|------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|-------|
| No            | Indicadores | INTRINSECA |      |      |      |      | EXTRINSECA |      |      |      |      | TOTAL |
|               |             | P1         | P2   | P3   | P4   | P5   | P6         | P7   | P8   | P9   | P10  |       |
| 1             | i-1         | 1          | 1    | 1    | 1    | 1    | 1          | 2    | 2    | 1    | 2    | 13    |
| 2             | i-2         | 1          | 2    | 1    | 1    | 2    | 1          | 2    | 2    | 1    | 2    | 15    |
| 3             | i-3         | 3          | 1    | 1    | 2    | 2    | 2          | 1    | 2    | 1    | 2    | 17    |
| 4             | i-4         | 2          | 1    | 1    | 2    | 1    | 3          | 2    | 3    | 3    | 3    | 21    |
| 5             | i-5         | 2          | 3    | 2    | 2    | 3    | 1          | 1    | 2    | 3    | 3    | 22    |
| 6             | i-6         | 3          | 2    | 3    | 2    | 3    | 1          | 1    | 2    | 3    | 3    | 23    |
| 7             | i-7         | 3          | 2    | 3    | 3    | 2    | 3          | 3    | 1    | 1    | 3    | 24    |
| VARIANZA F    |             | 0.69       | 0.49 | 0.78 | 0.41 | 0.57 | 0.78       | 0.49 | 0.29 | 0.98 | 0.24 | 15.63 |
|               |             |            |      |      |      |      |            |      |      |      |      | 5.71  |

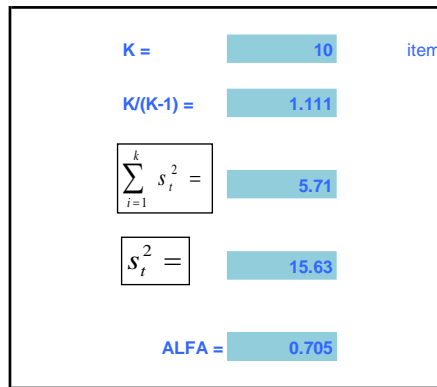


Figura 24: Hoja de Alfa de Cronbach

Nota: Propia

## 4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos

### 4.7.1. Procesamiento de la información

Para efectuar el proceso de los datos se usó gráficas, tablas, tabulación y codificación. Siendo obligatorio efectuar un estudio e interpretación de acuerdo con los efectos logrados con los instrumentos, estos datos son procesados en la computadora con el software Excel logrando así los certificados en la que se exponen los datos resultantes de cada prueba elaborada para luego ser procesado en el SPSS para un estudio estadístico tabulándose para conseguir gráficas y cuadros. Escobar et al. (2018) Seguido a esto se presenta el procesamiento de los ensayos que se realizaron para llegar a los objetivos trazados:

#### 4.7.1.1. Análisis granulométrico de agregados (NTP 400.012)

Las herramientas y materiales necesarios son: El conjunto de tamices, Cucharón de metal, balanza electrónica, bandejas y horno para secado de material.

##### a) Procedimiento

- Secar la muestra a una temperatura constante de 110°C +/-5°C en el horno y luego enfriar a T° ambiente para evitar accidentes durante el tamizado.
- Pesar la masa inicial y pasar al tamizado de material con movimientos constantes, teniendo los tamices en una leve inclinación tomando en cuenta el fondo y la tapa.

- De forma seguida se pesó la muestra retenida en cada malla con el objeto de obtener la gráfica granulométrica con estos datos. También se tomará en cuenta la pérdida de material hasta llegar al peso inicial.



*Figura 25: Tamices y equipos para granulometría*

Nota: “Tyler” por, Luisa (2016)

#### **4.7.1.2. Análisis del asentamiento mediante el asentamiento -SLUMP (NTP 339.035)**

La consistencia en la investigación fue evaluada de acuerdo al ensayo Slump identificando así el asentamiento del concreto en estado fresco:

##### **a) Herramienta, materiales y/o equipos**

En necesario una varilla compactadora que debe presentar las siguientes características:  $\emptyset$  de 5/8” y una longitud de 24”, cucharón metálico, flexómetro, lámina metálica, molde metálico reconocido como (cono de Abrams).

##### **b) Procedimiento**

- Se aplicará petróleo al molde para evitar pérdida de humedad por parte de la mezcla, este proceso se realiza en el interior del molde uniformemente.
- De forma seguida se colocará la mezcla en tres capas, cada una de estas será compactada con 25 golpes de forma constantes en toda el área para lograr compactar uniformemente la mezcla.
- Luego de llegar a la última capa se compactará y enrazará con una regla metálica quitando el exceso de mezcla. Además, es necesario limpieza de la mezcla que resta sobre el molde.

- Se quita el molde suavemente y luego se coloca este a un costado de la mezcla de forma invertida, seguido a esto se mide la diferencia de altura lo que representa el asentamiento de la mezcla.



*Figura 26: Ensayo de asentamiento*

Nota: “Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso” por, Masías (2018)

#### **4.7.1.3. Análisis de la resistencia a la compresión en testigos de concreto (NTP 339.034)**

##### **a) Herramientas**

Para llevar a cabo el ensayo es necesario emplear el aparato de presión de máquina de compresión, cuchara, poza de curado, etc.

##### **b) Procedimiento**

- Como el ensayo se realiza bajo la estricta supervisión y dirección del profesor y monitor, sólo se darán aquí algunas recomendaciones adicionales.
- El peso del inversor es soportado por el cilindro de trabajo. Esta fuerza debe ser “excluida” de la medición realizada por el dinamómetro. Por esto es importante realizar con sumo cuidado el ajuste de cero del dinamómetro antes de ejecutar la práctica.
- El comparador debe ser retirado prestamente cuando las deformaciones de las probetas sean exageradas. Se debe tener cuidado de no desplazar el puente de altura ajustable cuando el comparador esté instalado.

- Para escoger del rango de carga (posición de la palanca 15 Fig. 4 Máquina universal de ensayos), haremos el siguiente análisis: deberíamos disponer de la potencia máxima de la carga, ya que el ensayo de materiales maleables no presenta rotura (esto se logra escogiendo el rango de 40 toneladas). De otro lado, debido a las imprecisiones en el centrado de la probeta y otros factores de inestabilidad, la flexión no deseada de la probeta ocurre antes de las 20 toneladas, y esta escala ofrece una mayor resolución en la medición de la fuerza. Lo más adecuado, resulta entonces, escoger el rango de carga de 20 toneladas.
- No se apresure a pensar que como dicho rango ofrece mediciones en intervalos de 100 kgf, es buena idea tomar las mediciones cada 100 kgf.



*Figura 27: Resistencia máxima*

Nota: "Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, pomalca - Chiclayo" por, Uriarte (2020)

#### **4.7.1.4. Ensayo de la resistencia a la flexión**

##### **a) Materiales y equipos**

Para el ensayo es necesario la máquina de flexión, poza de curado, moldes, cucharón, mezcladora, barrilla de nivelación, etc.



## b) Procedimiento

- Las vigas extraídas de la poza de curado a una edad de 7, 14, 21 y 28 días, se debe secar para luego lijar la superficie del elemento que presente mayores imperfecciones e irregularidades.
- Se coloca el espécimen la maquina apoyada a los 2/3 de luz, apoyos metálicos, por lo que el molde debe estar centrado.
- Se inicia con la aplicación de cargas de forma constantes hasta llegar a la rotura. Es así que se debe tomar los datos de MR.



Figura 28: Centrar la viga en la máquina de carga

Nota: "Evaluación de la resistencia a la flexión y compresión del concreto con  $f_c=210/cm^2$  usando epóxido en juntas frías" por, Nuñez (2022)

### 4.7.2. Técnicas y análisis de datos

Corresponde al análisis estadístico realizado a los resultados numéricos obtenido de los ensayos. Con respecto a las propiedades del concreto empleando como un sustituto parcial la piedra pómez como parte de los agregados.

- Prueba de Normalidad:

La prueba se desarrolla para conocer si los datos provienen de una distribución normal, en el caso de que no provenga se realiza la prueba de Kruskal-Wallis y en el caso de que si se ejecuta la prueba de homogeneidad y luego Anova.

- Prueba de homogeneidad de varianzas:

La prueba se desarrolla para conocer si entre sus datos hay igualdad de varianzas o no.

- Prueba Anova:

Esta prueba paramétrica, se ejecuta en el caso de que el valor de significancia sea mayor o igual al nivel de significancia de 0.05 o 5%, dados como resultados en la prueba de Normalidad.

- Prueba Kruskal Wallis:

Esta prueba no paramétrica, se ejecuta en el caso de que el valor de significancia sea menor al nivel de significancia de 0.05 o 5%, dados como resultados en la prueba de Normalidad.

#### **4.8. Aspectos éticos de la investigación**

Según Espinoza, (2020) “en una investigación cuantitativa los aspectos técnicos deben de conservar el bienestar de las personas, animales y objetos cumpliendo con la legislación, ética del proceso de exploración con alteración de los protocolos y los métodos de obtención de los resultados”

En la presente exploración, respecto a los aspectos éticos, se protegió la seguridad de los trabajadores adecuadamente, no se efectuó ninguna modificación en ningún área del ambiente que perjudique al ambiente. Del mismo modo no se transgredió la propiedad de los derechos de los autores mencionados en la investigación, en este contexto la propiedad intelectual este escrito propiamente puesto que abarca los derechos de propiedad de la obra del autor.

Por otro lugar respecto a la reserva de información, por tratarse de información que corresponde al accionar y organización de los repositorios académicos.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. Descripción de resultados

##### 5.1.1. Propiedades de la piedra pómez

La piedra pómez es una roca de baja densidad que al ser porosa su contenido de vacíos es mayor a otras rocas compactas, por lo que es más liviana. Esta misma fue extraída de la localidad de Paturpampa – Huancavelica.

Tabla 14: Resumen de los valores de peso unitario de la piedra pómez

| PESO UNITARIO              |          |          |          |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| ITEM                       | M-1      | M-2      | M-3      |
| Peso de molde              | 8501.00  | 8501.00  | 8501.00  |
| Volumen de molde           | 3140.54  | 3140.54  | 3140.54  |
| Muestra suelta + molde     | 10273.00 | 10260.00 | 10261.00 |
| Muestra compactada + molde | 10373.00 | 10351.00 | 10354.00 |
| Peso unitario suelto       | 0.56     | 0.56     | 0.56     |
| Peso unitario compactado   | 0.6      | 0.59     | 0.59     |

Nota: Propia

Según la tabla 14 nos da resultados del peso unitario de la piedra pómez para cada una de las muestras obteniendo así un peso unitario de 0.6 en la M1, 0.59 en la M2 y 0.59 en la M3.

Tabla 15: Agregado grueso de la piedra pómez

| AGREGADO GRUESO                |        |                    |
|--------------------------------|--------|--------------------|
| Tamaño máximo nominal          | 3/4    | Pulg               |
| Módulo de finura               | 7.01   |                    |
| Contenido de Humedad           | 0.62   | %                  |
| Peso unitario suelto (PUS)     | 561.58 | kg/m <sup>3</sup>  |
| Peso unitario compactado (PUC) | 591.72 | kg/m <sup>3</sup>  |
| Peso específico de masa        | 1.67   | gr/cm <sup>3</sup> |
| Absorción                      | 13.34  | %                  |

Nota: Propia

La tabla 15 nos da los resultados obtenidos del tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$  pulg, el módulo de finura de 7.01, el contenido de humedad de 0.62%, para el PUS de 561.58 kg/m<sup>3</sup> y el PUC 591.72 kg/m<sup>3</sup>, el peso específico de masa de 1.67 gr/cm<sup>3</sup> y absorción de 13.34%.

### 5.1.2. Evaluación de las propiedades del concreto liviano en estado fresco

Las propiedades en estado fresco del concreto fueron evaluadas a partir de los ensayos de contenido de aire, consistencia, temperatura, exudación, TF, etc. En laboratorio a temperatura ambiente de 16°C.

#### a) Evaluación de contenido de aire del concreto

El contenido de aire fue analizado de empleando el método de presión de acuerdo a la norma NTP 339.083, esta propiedad está relacionada con la característica física de los agregados y también se ve relacionado con los diferentes porcentajes de sustituto parcial de roca pómez.

Tabla 16: Valores de la prueba del contenido de aire del concreto

| MEZCLA            | MUESTRAS |          |          | CONTENIDO DE AIRE (%) | VARIACIÓN (%) |
|-------------------|----------|----------|----------|-----------------------|---------------|
|                   | M-01 (%) | M-02 (%) | M-03 (%) |                       |               |
| CC                | 1.30     | 1.40     | 1.35     | 1.35                  | 0.00%         |
| 12% de roca pómez | 1.40     | 1.60     | 1.55     | 1.52                  | 12.35%        |
| 18% de roca pómez | 1.70     | 2.00     | 1.80     | 1.83                  | 35.80%        |
| 22% de roca pómez | 2.00     | 2.10     | 2.00     | 2.03                  | 50.62%        |

Nota: Propia

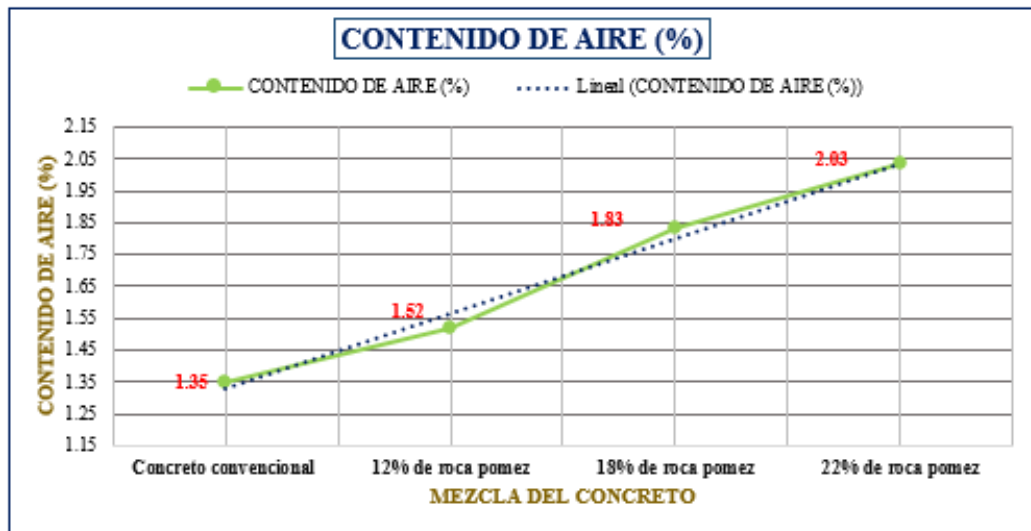


Figura 29: Comportamiento del contenido de aire empleando roca pómez.

Nota: Propia

En la tabla 16 y en la figura 29, se aprecia los resultados obtenidos de la prueba del contenido de aire del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez, en relación a la prueba de los ensayos se obtuvo que la roca pómez varía el contenido de aire del concreto de 1.35% valor del concreto convencional hasta 1.52% con sustituto del 12% de roca pómez con un porcentaje de variación de 12.35%, con sustituto de 18% de pómez el contenido de aire aumenta hasta 1.83%, presentando una variación de 35.80% y finalmente con 22% de roca pómez el contenido de aire se incrementa hasta 2.03% presentando una variación de 50.62%.

Finalmente se aprecia que la roca pómez presenta variaciones mínimas en el contenido de aire del concreto cuya comparación con la normativa se encuentra dentro de los estándares de calidad que especifica los requisitos.

## b) Temperatura del concreto

Tabla 17: Valores resultantes de T° del concreto

| MEZCLA            | M-01 (°C) | M-02 (°C) | M-03 (°C) | TEMPERATURA (°C) | VARIACIÓN (%) |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|---------------|
| CC                | 16.40     | 16.80     | 16.40     | 16.53            | 0.00%         |
| 12% de roca pómez | 17.80     | 17.80     | 18.90     | 18.17            | 9.88%         |
| 18% de roca pómez | 11.40     | 11.40     | 11.00     | 11.27            | -31.85%       |
| 22% de roca pómez | 17.10     | 17.80     | 17.10     | 17.33            | 4.84%         |

Nota: Propia

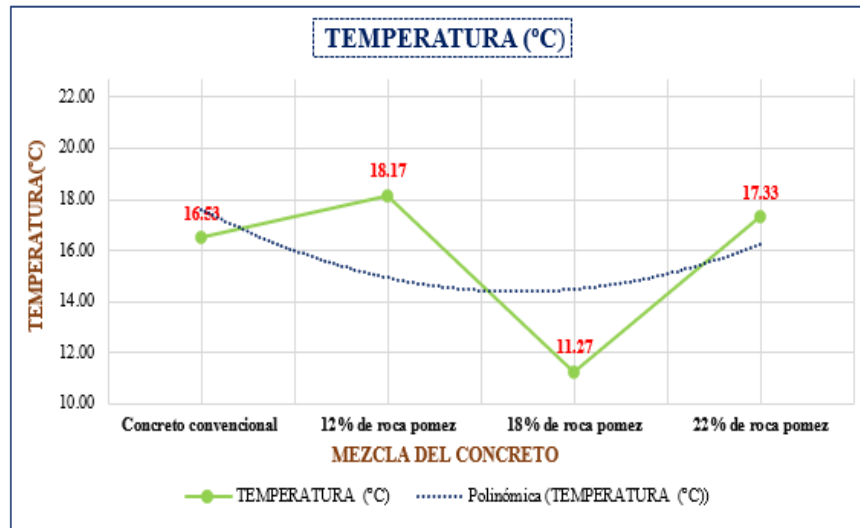


Figura 30: Variación del contenido de aire del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez.

Nota: Propia

En la tabla 17 y en la figura 30, se aprecia los resultados obtenidos de la prueba de temperatura del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez, en relación a la prueba de los ensayos se obtuvo que la roca pómez varía 16.53 °C valor del concreto convencional, hasta 18.17°C con sustituto del 12% de roca pómez con un porcentaje de variación de 9.88%, con sustituto de 18% de pómez el contenido de aire reduce hasta 11.27°C, presentando un porcentaje de variación de -31.85% y finalmente con 22% de roca pómez el contenido de aire se incrementa hasta 17.33 °C presentando un porcentaje de variación de 4.84%. Finalmente se aprecia que la roca pómez presenta variaciones mínimas en la temperatura del concreto cuya comparación con la normativa se encuentra dentro de los estándares de calidad en donde especifica una temperatura máxima del concreto en estado fresco debe ser de 32 °C o 35 °C.

### c) Exudación del concreto

Tabla 18: Valores promedios de exudación

| MEZCLA            | % M-01 | % M-02 | EXUDACIÓN (%) | VARIACIÓN (%) |
|-------------------|--------|--------|---------------|---------------|
| CC                | 0.58   | 0.59   | 0.585         | 0.00%         |
| 12% de roca pómez | 0.53   | 0.49   | 0.51          | -12.82%       |
| 18% de roca pómez | 0.44   | 0.43   | 0.435         | -25.64%       |
| 22% de roca pómez | 0.38   | 0.41   | 0.395         | -32.48%       |

Nota: Propia

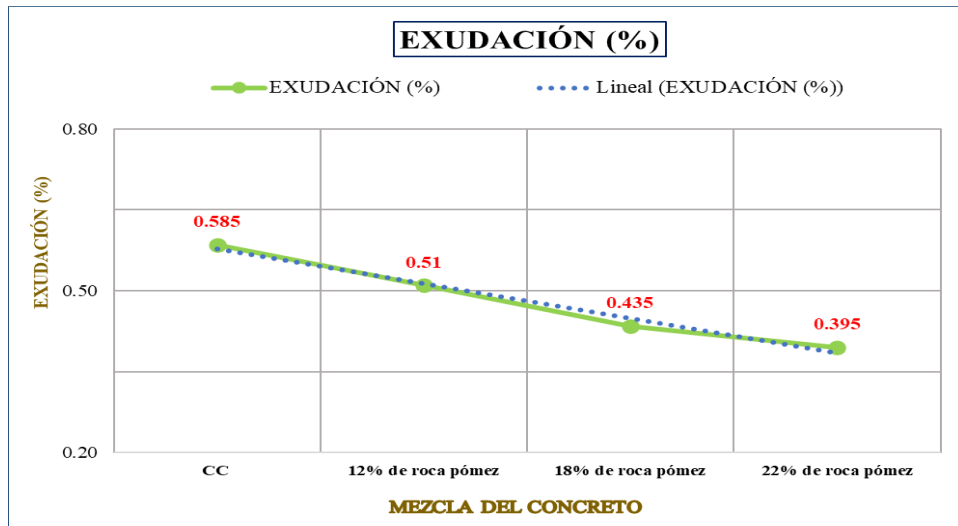


Figura 31: Comportamiento de exudación al sustituir parcialmente el AG con roca pómez

Nota: Propia

En la tabla 18 y en la figura 31, se aprecia los resultados obtenidos de la prueba de exudación del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez, en relación a la prueba de los ensayos se obtuvo que la roca pómez varía de 0.585% valor del concreto convencional, hasta 0.51% con sustituto del 12% de roca pómez con un porcentaje de variación de -12.82%, con sustituto de 18% de pómez la exudación reduce hasta 0.435%, presentando un porcentaje de variación de -25.64% y finalmente con 22% de roca pómez la exudación redujo hasta 0.395% presentando un porcentaje de variación de -32.48%.

Finalmente se aprecia que la roca pómez favorece en la exudación del concreto en comparación a la mezcla del concreto convencional, el 22% de sustituto de roca pómez es el que reduce con mayor significancia la exudación del concreto.

### 5.1.3. Análisis lo de los efectos de sustituto del AG por roca pómez en la trabajabilidad del concreto.

Se realizó la determinación del asentamiento con el cono de Abrams mediante NTP 339.035 en concreto fresco, verificando el cumplimiento de especificaciones para la mezcla convencional y las mezclas del concreto con sustituto parcial del agregado grueso con roca pómez.

Tabla 19: Trabajabilidad del concreto con sustitución del AG con roca pómez

| MEZCLA            | MUESTRA  |          |          | ASENTAMIENTO (mm) | VARIACIÓN (%) |
|-------------------|----------|----------|----------|-------------------|---------------|
|                   | M-01 (%) | M-02 (%) | M-03 (%) |                   |               |
| CC                | 101.60   | 101.60   | 101.60   | 101.60            | 0.00%         |
| 12% de roca pómez | 95.30    | 95.30    | 96.30    | 95.63             | -5.87%        |
| 18% de roca pómez | 88.90    | 88.90    | 88.90    | 88.90             | -12.50%       |
| 22% de roca pómez | 88.90    | 88.90    | 88.90    | 88.90             | -12.50%       |

Nota: Propia

En la tabla 19 se aprecia los resultados de lo trabajabilidad del concreto cuyos valores obtenidos se aprecian que en el concreto convencional el valor de la trabajabilidad es de 101.60 mm, mientras que con sustituto del 12% de roca pómez la trabajabilidad reduce hasta 95.63 mm con un porcentaje de variación de -5.87%, con 18% de roca pómez la trabajabilidad reduce hasta 88.90 mm con un porcentaje de variación de -12.50% y finalmente con 22% de roca pómez la trabajabilidad presenta el mismo porcentaje de variación igual que el del 12%.

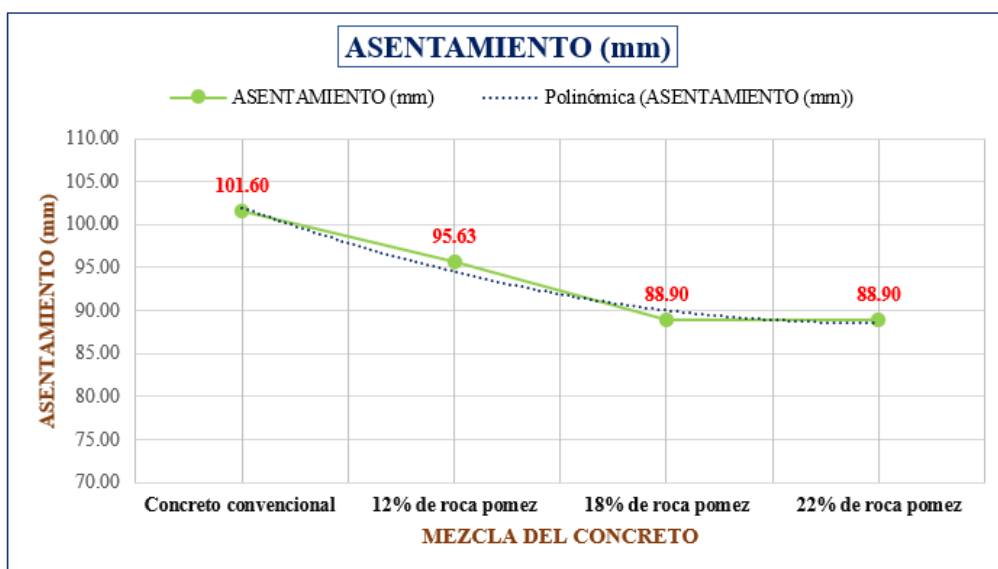


Figura 32: Variación de la trabajabilidad del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez

Nota: Propia

En la figura 32, se aprecia que la roca pómez, presenta variaciones en forma de creciente en cuanto a la trabajabilidad del concreto a mayor porcentaje de sustituto del del agregado grueso con roca pómez, menor es el asentamiento de concreto de la misma forma cumple con los parámetros de calidad que especifica la norma cuyo valor en el diseño de mezcla se maneja de 3 pulg a 4 pulg.



### 5.1.4. Evaluación de la incidencia del sustituto del AG por roca pómez en el fraguado del concreto.

El TF del concreto se evaluó en según la norma NTP 339.082 por lo que se consideró el espécimen de ensayo de 2 muestreos.

Tabla 20: Resultados del tiempo de fraguado del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez

| MEZCLA            | FI  |     | FF  |     | Promedio FI | Promedio Ff | Variación (%) FI | Variación (%) Ff |        |        |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------------|------------------|------------------|--------|--------|
| CC                | 367 | 367 | 368 | 494 | 494         | 496         | 367              | 495              | 0.00%  | 0.00%  |
| 12% de roca pómez | 367 | 366 | 370 | 475 | 474         | 479         | 368              | 476              | 0.09%  | -3.77% |
| 18% de roca pómez | 390 | 384 | 386 | 494 | 501         | 496         | 387              | 497              | 5.26%  | 0.47%  |
| 22% de roca pómez | 435 | 437 | 430 | 546 | 547         | 544         | 434              | 546              | 18.15% | 10.31% |

Nota: Propia

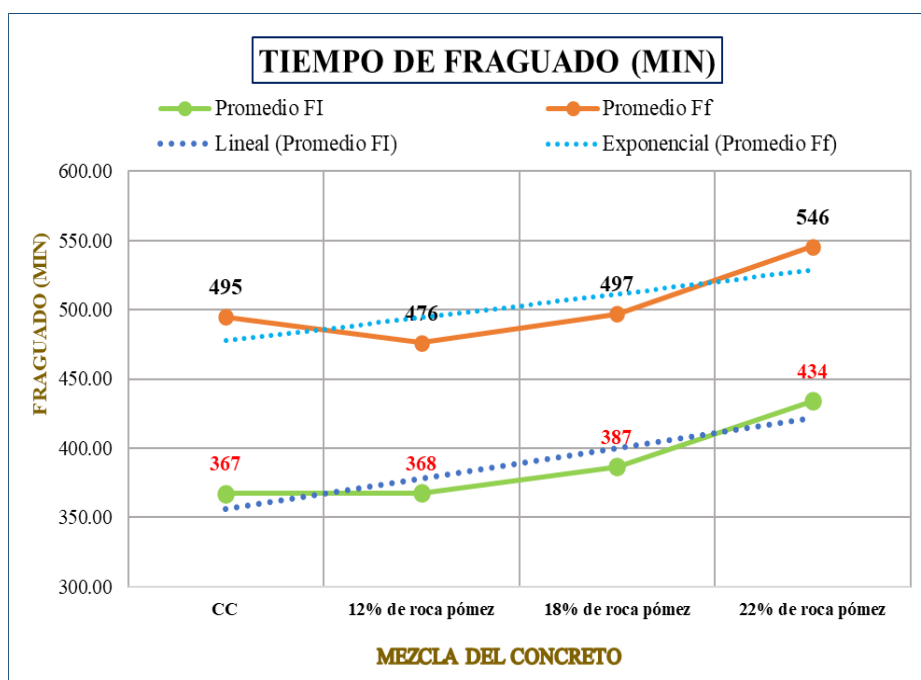


Figura 33: Comportamiento del TF con sustitución parcial del AG por roca pómez

Nota: Propia

En la tabla 20 y en la figura 33 se identificó valores del fraguado del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez, sin anuncios en el concreto convencional el tiempo de fraguado inicial nos dio 367 min, mientras que con 12% de sustituto de roca pómez nos dio 368 min presentando porcentaje de variación de 0.09%, con 18% de sustituto de roca pómez nos dio 387 min presentando porcentaje de variación de 5.26% y finalmente con sustituto de 22% de roca pómez el fraguado inicial serio en 434 minutos.

En el fraguado final el concreto con sustituto parcial del agregado grueso con roca pómez en 12% se dio en 476 min presentando un porcentaje de variación de -3.77%, con 18% de roca pómez el fraguado final se dio en 497 min presentando porcentaje de variación de 0.47%, con 22% de roca pómez el fraguado final se dio en 546 min oh presentando un porcentaje de variación de 10.31%.

Finalmente se afirma que el sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez de 18% y 22% aumenta el tiempo de fraguado inicial y final del concreto mientras que el 12% de roca pómez reduce el tiempo de fraguado del concreto.

### 5.1.5. Análisis de los resultados de sustituto del AG por roca pómez en el f'c del concreto.

Para determinar el f'c del concreto en su estado endurecido se realizó el ensayo de resistencia a compresión empleando probetas cilíndricas de dimensión 4x8 las cuales pasaron por un periodo curado y se extrajo un grupo de muestreo para ser ensayado en edades de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días, los datos resultantes se encuentran en la tabla 21.

Tabla 21: Promedio del f'c a los 7 días

| MEZCLA            | EDAD   | MUESTRAS | F'c promedio (Kg-f/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO (%) | VARIACIÓN (%) |
|-------------------|--------|----------|--------------------------------------|--------------|---------------|
| CC                |        | 156.90   | 162.06                               | 77.7%        | 0.00%         |
|                   |        | 163.85   |                                      |              |               |
|                   |        | 165.44   |                                      |              |               |
| 12% de roca pómez | 7 días | 166.00   | 161.10                               | 76.7%        | -0.59%        |
|                   |        | 160.40   |                                      |              |               |
|                   |        | 156.90   |                                      |              |               |
| 18% de roca pómez |        | 150.90   | 155.22                               | 73.9%        | -4.22%        |
|                   |        | 152.82   |                                      |              |               |
|                   |        | 161.94   |                                      |              |               |
| 22% de roca pómez |        | 150.73   | 147.75                               | 70.4%        | -8.83%        |
|                   |        | 154.18   |                                      |              |               |
|                   |        | 138.35   |                                      |              |               |

Nota: Propia

En la tabla 21, Los resultados del f'c varia en consecuencia de la sustitución parcial del agregado grueso con roca pómez a la edad de los 7 días de curado en la muestra convencional se obtuvo un valor promedio de 162.06 Kg-f/cm<sup>2</sup>, llegando a su resistencia final de 77.7%, mientras que con sustituto del 12% de roca pómez la resistencia redujo a 161.10 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 76.7% presentando un porcentaje de variación de - 0.59%, con sustituto del 18% de roca

pómez la resistencia redujo a 155.22 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 73.8% presentando un porcentaje de variación de – 4.22%, con sustituto del 22% de roca pómez la resistencia redujo a 147.75 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 70.4% presentando un porcentaje de variación de – 8.83%.

Tabla 22: Resultados del f'c a los 14 días

| MEZCLA               | EDAD    | MUESTRAS | F'c promedio<br>(Kg-f/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO<br>(%) | VARIACIÓN<br>(%) |
|----------------------|---------|----------|---|-----------------|------------------|
| CC                   |         | 210.28   | 205.51                                  | 97.86%          | 0.00%            |
|                      |         | 204.34   |   |                 |                  |
|                      |         | 201.91   |   |                 |                  |
| 12% de roca<br>pómez | 14 días | 211.48   | 206.91                                  | 98.53%          | 0.68%            |
|                      |         | 194.93   |   |                 |                  |
|                      |         | 214.32   |   |                 |                  |
| 18% de roca<br>pómez | 14 días | 200.13   | 195.63                                  | 93.2%           | -4.81%           |
|                      |         | 205.93   |   |                 |                  |
|                      |         | 180.84   |   |                 |                  |
| 22% de roca<br>pómez | 14 días | 157.96   | 168.44                                  | 80.2%           | -18.04%          |
|                      |         | 180.65   |   |                 |                  |
|                      |         | 166.70   |   |                 |                  |

Nota: Propia

En la tabla 22, se aprecia los resultados de la resistencia a compresión del concreto con sustituto parcial del agregado grueso con roca pómez a la edad de los 14 días de curado en la muestra convencional se obtuvo un valor promedio de 205.51 Kg-f/cm<sup>2</sup>, llegando a su resistencia final de 97.86%, mientras que con sustituto del 12% de roca pómez la resistencia aumento a 206.91 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 98.53% presentando un porcentaje de variación de 0.68%, con sustituto del 18% de roca pómez la resistencia redujo a 195.63 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 93.2 % presentando un porcentaje de variación de – 4.81%, con sustituto del 22% de roca pómez la resistencia redujo a 168.44 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 80.2% presentando un porcentaje de variación de – 18.04 %.

Tabla 23: F'c del concreto a los 21 días

| MEZCLA               | EDAD    | MUESTRAS | F'c promedio<br>(Kg-f/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO<br>(%) | VARIACIÓN<br>(%) |
|----------------------|---------|----------|---|-----------------|------------------|
| CC                   |         | 247.95   | 247.24                                  | 117.7%          | 0.00%            |
|                      |         | 241.91   |   |                 |                  |
|                      |         | 251.87   |   |                 |                  |
| 12% de<br>roca pómez | 21 días | 235.04   | 245.31                                  | 98.5%           | -0.78%           |
|                      |         | 250.48   |   |                 |                  |
|                      |         | 250.41   |   |                 |                  |
| 18% de<br>roca pómez |         | 196.07   | 199.52                                  | 95.0%           | -19.30%          |
|                      |         | 191.54   |   |                 |                  |
|                      |         | 210.95   |   |                 |                  |
| 22% de<br>roca pómez |         | 178.31   | 173.08                                  | 82.4%           | -29.99%          |
|                      |         | 171.49   |   |                 |                  |
|                      |         | 169.45   |   |                 |                  |

Nota: Propia

En la tabla 23, se presentan los resultados del f'c los cuales varían en consecuencia de la sustitución parcial del agregado grueso con roca pómez a la edad de los 21 días de curado en la muestra convencional se obtuvo un valor promedio de 247.24 Kg-f/cm<sup>2</sup>, llegando a su resistencia final de hoy 117.7 %, mientras que con sustituto del 12% de roca pómez la resistencia redujo a 245.31 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 98.5% presentando un porcentaje de variación de -0.78%, con sustituto del 18% de roca pómez la resistencia redujo a 199.52 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 95% presentando un porcentaje de variación de -19.30%, con sustituto del 22% de roca pómez la resistencia redujo a 173.08 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 82.4% presentando un porcentaje de variación de -29.99 %.

Tabla 24: F'c del concreto luego de 28 días curado

| MEZCLA               | EDAD    | MUESTRAS | F'c promedio<br>(Kg-f/cm <sup>2</sup> ) | PROMEDIO<br>(%) | VARIACIÓN<br>(%) |
|----------------------|---------|----------|---|-----------------|------------------|
| CC                   |         | 274.82   | 270.19                                  | 128.7%          | 0.00%            |
|                      |         | 266.89   |   |                 |                  |
|                      |         | 268.86   |   |                 |                  |
| 12% de roca<br>pómez | 28 días | 261.63   | 268.38                                  | 163.1%          | -0.67%           |
|                      |         | 266.89   |   |                 |                  |
|                      |         | 276.63   |   |                 |                  |
| 18% de roca<br>pómez |         | 219.20   | 209.07                                  | 99.6%           | -22.62%          |
|                      |         | 205.60   |   |                 |                  |
|                      |         | 202.42   |   |                 |                  |
| 22% de roca<br>pómez |         | 185.45   | 178.28                                  | 84.9%           | -34.02%          |
|                      |         | 154.81   |   |                 |                  |
|                      |         | 194.58   |   |                 |                  |

Nota: Propia

En la tabla 24, se aprecia los resultados de la resistencia a compresión del concreto con sustituto parcial del agregado grueso con roca pómez a la edad de los 28 días de

curado en la muestra convencional se obtuvo un valor promedio de son 270.19 Kg-f/cm<sup>2</sup>, llegando a su resistencia final de hoy 128.7 %, mientras que con sustituto del 12% de roca pómez la resistencia redujo a 268.38 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 163.1% presentando un porcentaje de variación de – 0.67 %, con sustituto del 18% de roca pómez la resistencia redujo a 209.7 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 99.6 % presentando un porcentaje de variación de – 22.62%, con sustituto del 22% de roca pómez la resistencia redujo a 178.28 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 84.9% presentando un porcentaje de variación de – 34.02%.

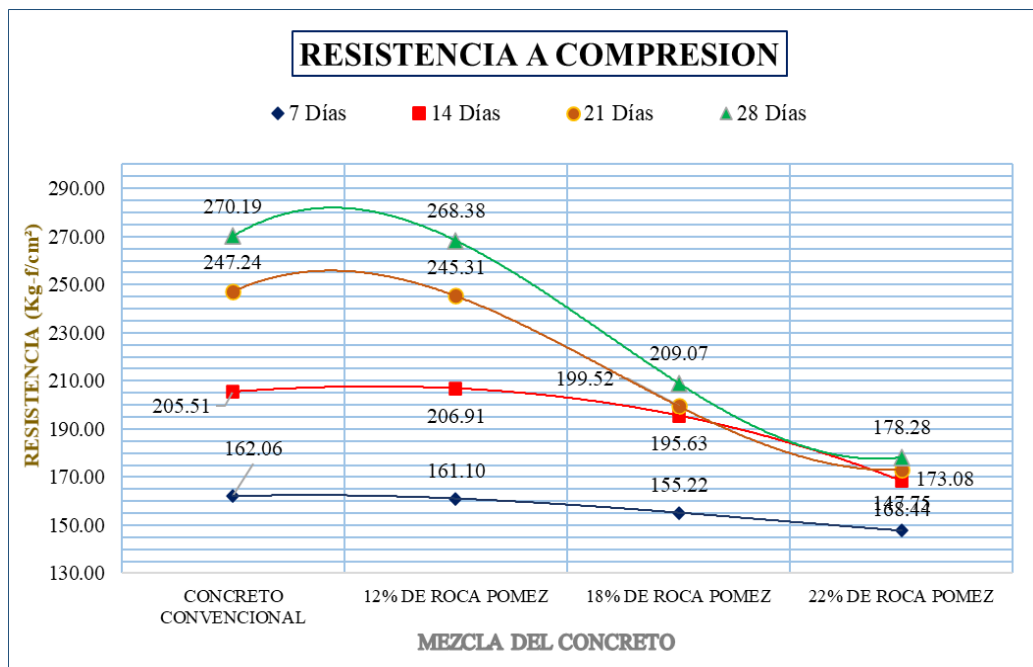


Figura 34: Resultado del comportamiento del  $f_c$  luego de 7, 14, 21, y 28 días de curado

Nota: Propia

En la figura 34, se aprecia las gráficas de la línea de tendencia de la resistencia a compresión del concreto con sustituto parcial del agregado grueso con roca pómez cuya variación se presenta de manera decreciente tanto a los 7, 14, 21 y 28 días a mayor porcentaje de sustituto con roca pómez menor es la resistencia a compresión.

### 5.1.6. Prueba de la resistencia a la flexión de un concreto con sustituto parcial de agregado grueso por roca pómez

Para el análisis de los resultados se obtuvieron valores de MR, al realizar ensayos en vigas apoyadas a los tercios de luz, las vigas pasaron por un proceso de curados de 7, 14, 21 y 28 días de curado, los resultados obtenidos por un análisis a los 7 días muestran valores de flexión de tabla 25.

Tabla 25: Resultados del MR a los 7 días

| MEZCLA               | EDAD   | MUESTRAS       | MR promedio<br>(Kg-f/cm <sup>2</sup> ) | VARIACIÓN<br>(%) |
|----------------------|--------|----------------|--|------------------|
| CC                   |        | 32.12<br>32.63 | 32.38                                  | 0.00%            |
| 12% de roca<br>pómez | 7 días | 28.96<br>28.45 | 28.71                                  | -11.34%          |
| 18% de roca<br>pómez |        | 28.04<br>28.25 | 28.15                                  | -13.07%          |
| 22% de roca<br>pómez |        | 27.53<br>28.14 | 27.84                                  | -14.02%          |

Nota: Propia

En la tabla 25, los resultados del MR varía en consecuencia de roca pómez a la edad de los 7 días de curado, cuyo valor en la muestra convencional presenta una resistencia de 32.38 Kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que sustituto parcial con roca pómez de 12% la resistencia decrece hasta 28.71 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando un porcentaje de variación de -11.34%, con sustituto parcial con roca pómez de 18% la resistencia decrece hasta 28.15 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando una variación de -13.07%, con sustituto parcial con roca pómez de 22% la resistencia decrece hasta 27.84 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando un porcentaje de variación de -14.02%.

Tabla 26: MR del concreto al sustituir parcialmente el AG por piedra pómez a los 14 días

| MEZCLA               | EDAD    | MUESTRAS       | MR promedio<br>(Kg-f/cm <sup>2</sup> ) | VARIACIÓN<br>(%) |
|----------------------|---------|----------------|--|------------------|
| CC                   |         | 39.77<br>39.87 | 39.82                                  | 0.00%            |
| 12% de roca<br>pómez | 14 días | 31.61<br>32.63 | 32.12                                  | -19.34%          |
| 18% de roca<br>pómez |         | 31.41<br>31.61 | 31.51                                  | -20.87%          |
| 22% de roca<br>pómez |         | 31.20<br>31.00 | 31.10                                  | -21.90%          |

Nota: Propia

En la tabla 26, los resultados promedios del MR varía al emplear como sustituto parcial del agregado grueso con roca pómez a la edad de los 14 días de curado, cuyo valor en la muestra convencional presenta una resistencia de 39.82 Kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que sustituto parcial con roca pómez de 12% la resistencia decrece hasta 32.12 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando un porcentaje de variación de -19.34%, con sustituto parcial con roca pómez de 18% la resistencia decrece hasta 31.51 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando un porcentaje de variación de -20.87%, con sustituto parcial con

roca pómez de 22% la resistencia decrece hasta 31.10 Kg-f/cm<sup>2</sup>presentando un porcentaje de variación de -21.90%.

Tabla 27: MR del concreto al sustituir parcialmente el AG por piedra pómez a los 21 días

| MEZCLA            | EDAD    | MUESTRAS       | MR promedio (Kg-f/cm <sup>2</sup> ) | VARIACIÓN (%) |
|-------------------|---------|----------------|-------------------------------------|---------------|
| CC                |         | 40.18<br>40.07 | 40.13                               | 0.00%         |
| 12% de roca pómez | 21 días | 36.10<br>35.69 | 35.90                               | -10.54%       |
| 18% de roca pómez |         | 35.49<br>35.28 | 35.39                               | -11.81%       |
| 22% de roca pómez |         | 34.67<br>34.47 | 34.57                               | -13.84%       |

Nota: Propia

En la tabla 27, resultados del MR en el concreto varia a causa de la sustitución parcial del agregado grueso con roca pómez a la edad de los 21 días de curado, cuyo valor en la muestra convencional presenta una resistencia de 40.13 Kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que sustituto parcial con roca pómez de 12% la resistencia decrece hasta 35.90 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando un porcentaje de variación de -10.54%, con sustituto parcial con roca pómez de 18% la resistencia decrece hasta 35.39 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando una variación de -11.81%, con sustituto parcial con roca pómez de 22% la resistencia decrece hasta 34.57 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando una variación de -13.84%.

Tabla 28: MR del concreto al sustituir parcialmente el AG por piedra pómez a los 28 días

| MEZCLA            | EDAD    | MUESTRAS       | MR promedio (Kg-f/cm <sup>2</sup> ) | VARIACIÓN (%) |
|-------------------|---------|----------------|-------------------------------------|---------------|
| CC                |         | 41.50<br>41.20 | 41.35                               | 0.00%         |
| 12% de roca pómez | 28 días | 37.12<br>37.42 | 37.27                               | -9.87%        |
| 18% de roca pómez |         | 36.20<br>36.71 | 36.46                               | -11.84%       |
| 22% de roca pómez |         | 35.18<br>35.38 | 35.28                               | -14.68%       |

Nota: Propia

En la tabla 28, se identificó que resistencia a flexión varia con la sustituto parcial del agregado grueso con roca pómez a la edad de los 28 días de curado, cuyo valor en la muestra convencional presenta una resistencia de 41.35 Kg-f/cm<sup>2</sup>, mientras que

sustituto parcial con roca pómez de 12% la resistencia decrece hasta 37.27 Kg-f/cm<sup>2</sup>presentando una variación de -9.87%, con sustituto parcial con roca pómez de 18% la resistencia decrece hasta 36.46 Kg-f/cm<sup>2</sup>presentando una variación de -11.84, con sustituto parcial con roca pómez de 22% la resistencia decrece hasta 35.28 Kg-f/cm<sup>2</sup>presentando un porcentaje de variación de -15.68%.

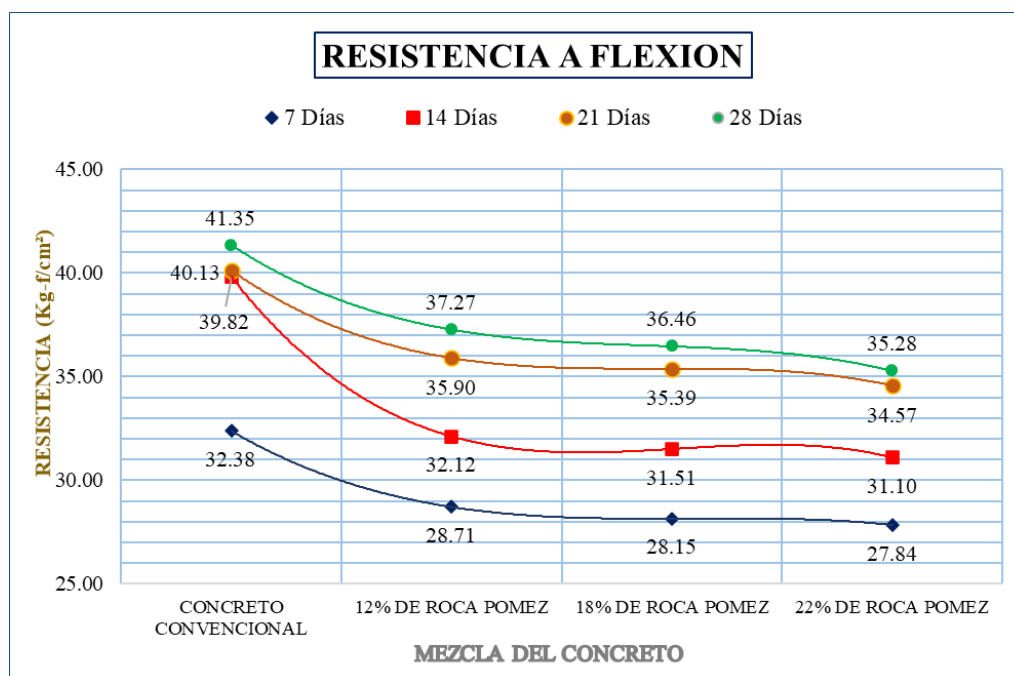


Figura 35: Comportamiento del MR del concreto a los 7, 14, 21 y 28 días

Nota: Propia

En la figura 35, se aprecia la tendencia de la resistencia a flexión del concreto con sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez, la línea de tendencia de la resistencia a flexión presenta variación de manera decreciente tanto a los 7, 14, 21 y 28 días a mayor porcentaje de sustituto con roca pómez menor es la resistencia a flexión.

## 5.2. Contrastación de hipótesis

### 5.2.1. Contrastación primer hipótesis específico

#### Planteamiento de la Ha y H0

**H<sub>0</sub>:** La trabajabilidad del concreto liviano NO se reduce con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

**H<sub>a</sub>:** La trabajabilidad del concreto liviano se reduce con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.



Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

Si el P-Valor  $\leq \alpha$  (0.05) se rechaza Ho

Si el P-Valor  $> \alpha$  (0.05) se rechaza Ha

### **Prueba de normalidad**

**Ho:** Los datos provienen de una distribución normal.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal.

|                |                          | <b>Pruebas de normalidad</b>    |    |      |              |    |      |
|----------------|--------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|                |                          | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                | Mezcla                   | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| Trabajabilidad | Concreto Convencional    | ,385                            | 3  | .    | ,750         | 3  | ,000 |
|                | CC con 12% de roca pomez | ,385                            | 3  | .    | ,750         | 3  | ,000 |
|                | CC con 18% de roca pomez | ,385                            | 3  | .    | ,750         | 3  | ,000 |
|                | CC con 22% de roca pomez | ,253                            | 3  | .    | ,964         | 3  | ,637 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 36: Resultados de la prueba de normalidad del análisis de la trabajabilidad

Nota: Propia

En la figura 36, el valor de significancia por la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) resultaron entre mayores y menores a 0.05, por lo tanto, se acepta la Ha donde los datos no provienen de una distribución normal y se procedió ejecutar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

### **Prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis de un factor**

| <b>Resumen de contrastes de hipótesis</b> |   |   |                     |                            |
|---|---|---|---------------------|----------------------------|
|   | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. <sup>a,b</sup> | Decisión                   |
| 1   | La distribución de Trabajabilidad es la misma entre categorías de Mezcla. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,016                | Rechace la hipótesis nula. |

a. El nivel de significación es de ,050.  
b. Se muestra la significancia asintótica.

Figura 37: Resultados de significancia del análisis de la trabajabilidad

Nota: Propia

En la figura 37, da como resultados un valor de significancia (p-valor =0.016) menor al nivel de significancia del 5%, por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza

la hipótesis nula de acuerdo a los datos de trabajabilidad analizados, **se concluye que:** La trabajabilidad del concreto liviano se reduce con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

### 5.2.2. Contrastación segundo hipótesis específico

#### Planteamiento de la Ha y H0

**H0:** El tiempo de fraguado del concreto liviano NO aumenta con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

**Ha:** El tiempo de fraguado del concreto liviano aumenta con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

Si el P-Valor  $\leq \alpha$  (0.05) se rechaza Ho

Si el P-Valor  $> \alpha$  (0.05) se rechaza Ha

#### Prueba de normalidad

**H0:** Los datos provienen de una distribución normal.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal.

| Pruebas de normalidad      |                                 |      |      |              |      |      |      |
|----------------------------|---------------------------------|------|------|--------------|------|------|------|
| Mezcla                     | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |      |      | Shapiro-Wilk |      |      |      |
|                            | Estadístico                     | gl   | Sig. | Estadístico  | gl   | Sig. |      |
| Tiempo de fraguado inicial | Concreto Convencional           | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                            | CC con 12% de roca pomez        | ,292 | 3    | .            | ,923 | 3    | ,463 |
|                            | CC con 18% de roca pomez        | ,253 | 3    | .            | ,964 | 3    | ,637 |
|                            | CC con 22% de roca pomez        | ,276 | 3    | .            | ,942 | 3    | ,537 |
| Tiempo de fraguado final   | Concreto Convencional           | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                            | CC con 12% de roca pomez        | ,314 | 3    | .            | ,893 | 3    | ,363 |
|                            | CC con 18% de roca pomez        | ,276 | 3    | .            | ,942 | 3    | ,537 |
|                            | CC con 22% de roca pomez        | ,253 | 3    | .            | ,964 | 3    | ,637 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 38: Resultado de prueba de normalidad del análisis del TF

Nota: Propia

En la figura 38, el valor de significancia por la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) resultaron entre mayores y menores a 5%, por lo tanto, se acepta la Ha donde los

datos no provienen de una distribución normal y se procedió ejecutar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

**Prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis de un factor**

| Resumen de contrastes de hipótesis |   |   |                     |                            |
|------------------------------------|---|---|---------------------|----------------------------|
|                                    | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. <sup>a,b</sup> | Decisión                   |
| 1                                  | La distribución de Tiempo de fraguado inicial es la misma entre categorías de Mezcla. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,023                | Rechaza la hipótesis nula. |
| 2                                  | La distribución de Tiempo de fraguado final es la misma entre categorías de Mezcla.   | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,021                | Rechaza la hipótesis nula. |

a. El nivel de significación es de ,050.  
b. Se muestra la significancia asintótica.

Figura 39: Resultados de significancia del análisis del TF

Nota: Propia

En la figura 39 se aprecia la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis niveles de significancia de 0.023 y 0.021 siendo menores al 0.05, de esta forma se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por ello se concluye que: El tiempo de fraguado del concreto liviano aumenta con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

**5.2.3. Contrastación tercer hipótesis específico**

**Planteamiento de la Ha y H0**

**Ho:** La resistencia a compresión del concreto liviano NO cambia considerablemente con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

**Ha:** La resistencia a compresión del concreto liviano cambia considerablemente con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)  
Si el P-Valor  $\leq \alpha$  (0.05) se rechaza Ho  
Si el P-Valor  $> \alpha$  (0.05) se rechaza Ha

**Prueba de normalidad**

**Ho:** Los datos provienen de una distribución normal.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal.

| Pruebas de normalidad                  |                                 |      |      |              |      |      |      |
|--|---------------------------------|------|------|--------------|------|------|------|
| Mezcla                                 | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |      |      | Shapiro-Wilk |      |      |      |
|  | Estadístico                     | gl   | Sig. | Estadístico  | gl   | Sig. |      |
| Resistencia a compresión a los 7 días  | Concreto Convencional           | ,320 | 3    | .            | ,884 | 3    | ,336 |
|  | CC con 12% de roca pomez        | ,227 | 3    | .            | ,983 | 3    | ,747 |
|  | CC con 18% de roca pomez        | ,325 | 3    | .            | ,876 | 3    | ,312 |
|  | CC con 22% de roca pomez        | ,306 | 3    | .            | ,904 | 3    | ,399 |
| Resistencia a compresión a los 14 días | Concreto Convencional           | ,274 | 3    | .            | ,945 | 3    | ,546 |
|  | CC con 12% de roca pomez        | ,335 | 3    | .            | ,857 | 3    | ,260 |
|  | CC con 18% de roca pomez        | ,301 | 3    | .            | ,912 | 3    | ,425 |
|  | CC con 22% de roca pomez        | ,227 | 3    | .            | ,983 | 3    | ,748 |
| Resistencia a compresión a los 21 días | Concreto Convencional           | ,223 | 3    | .            | ,985 | 3    | ,766 |
|  | CC con 12% de roca pomez        | ,383 | 3    | .            | ,753 | 3    | ,008 |
|  | CC con 18% de roca pomez        | ,300 | 3    | .            | ,913 | 3    | ,430 |
|  | CC con 22% de roca pomez        | ,301 | 3    | .            | ,912 | 3    | ,423 |
| Resistencia a compresión a los 28 días | Concreto Convencional           | ,293 | 3    | .            | ,922 | 3    | ,460 |
|  | CC con 12% de roca pomez        | ,244 | 3    | .            | ,971 | 3    | ,674 |
|  | CC con 18% de roca pomez        | ,318 | 3    | .            | ,886 | 3    | ,343 |
|  | CC con 22% de roca pomez        | ,301 | 3    | .            | ,911 | 3    | ,422 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 40: Resultado de prueba de normalidad del análisis del  $f'c$

Nota: Propia

En la figura 40, el valor de significancia por la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) resultaron mayores excepto 0.008 que es menor a 0.05, por lo tanto, se acepta la  $H_0$  donde los datos no provienen de una distribución normal y se procedió ejecutar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

## Prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis de un factor

| Resumen de contrastes de hipótesis |   |   |                     |                             |
|------------------------------------|---|---|---------------------|-----------------------------|
|                                    | Hipótesis nula  | Prueba  | Sig. <sup>a,b</sup> | Decisión                    |
| 1                                  | La distribución de Resistencia a compresión a los 7 días es la misma entre categorías de Mezcla.  | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,085                | Conserve la hipótesis nula. |
| 2                                  | La distribución de Resistencia a compresión a los 14 días es la misma entre categorías de Mezcla. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,063                | Conserve la hipótesis nula. |
| 3                                  | La distribución de Resistencia a compresión a los 21 días es la misma entre categorías de Mezcla. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,025                | Rechace la hipótesis nula.  |
| 4                                  | La distribución de Resistencia a compresión a los 28 días es la misma entre categorías de Mezcla. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,024                | Rechace la hipótesis nula.  |

a. El nivel de significación es de ,050.  
b. Se muestra la significancia asintótica.

Figura 41: Resultados de significancia del análisis del  $f^c$

Nota: Propia

Según la prueba de no paramétrica de Kruskal Wallis indica que se rechaza la hipótesis nula debido a que el valor de significancia obtenido en la prueba estadística es 0.024, 0.025, 0.085 y 0.063, los cuales son variados entre mayores y menores al 0.05 nivel de significancia asumido por ello **se concluye que:** La resistencia a compresión del concreto liviano cambia considerablemente con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

### 5.2.4. Contrastación cuarto hipótesis específico

#### Planteamiento de la Ha y H0

**H0:** La resistencia a la flexión de un concreto liviano no varía considerablemente con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

**Ha:** La resistencia a la flexión de un concreto liviano varía considerablemente con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

Si el P-Valor  $\leq \alpha$  (0.05) se rechaza Ho

Si el P-Valor  $> \alpha$  (0.05) se rechaza Ha

### Prueba de normalidad

**Ho:** Los datos provienen de una distribución normal.

**Ha:** Los datos no provienen de una distribución normal.

| Pruebas de normalidad               |                                 |      |      |              |      |      |      |
|-------------------------------------|---------------------------------|------|------|--------------|------|------|------|
| Mezcla                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |      |      | Shapiro-Wilk |      |      |      |
|                                     | Estadístico                     | gl   | Sig. | Estadístico  | gl   | Sig. |      |
| Resistencia a flexion a los 7 días  | Concreto Convencional           | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 12% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 18% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 22% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
| Resistencia a flexion a los 14 días | Concreto Convencional           | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 12% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 18% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 22% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
| Resistencia a flexion a los 21 días | Concreto Convencional           | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 12% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 18% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 22% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
| Resistencia a flexion a los 28 días | Concreto Convencional           | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 12% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 18% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |
|                                     | CC con 22% de roca pomez        | ,385 | 3    | .            | ,750 | 3    | ,000 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 42: Resultado de prueba de normalidad del análisis del MR

Nota: Propia

En la figura 42, el valor de significancia por la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) resultaron 0.000 que es menor a 0.05, por lo tanto, se acepta la Ha donde los datos no provienen de una distribución normal y se procedió ejecutar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis.

## Prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis de un factor

| Resumen de contrastes de hipótesis |  |   |                     |                            |
|------------------------------------|--|---|---------------------|----------------------------|
|                                    | Hipótesis nula   | Prueba  | Sig. <sup>a,b</sup> | Decisión                   |
| 1                                  | La distribución de Resistencia a flexión a los 7 días es la misma entre categorías de Mezcla.  | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,020                | Rechace la hipótesis nula. |
| 2                                  | La distribución de Resistencia a flexión a los 14 días es la misma entre categorías de Mezcla. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,017                | Rechace la hipótesis nula. |
| 3                                  | La distribución de Resistencia a flexión a los 21 días es la misma entre categorías de Mezcla. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,015                | Rechace la hipótesis nula. |
| 4                                  | La distribución de Resistencia a flexión a los 28 días es la misma entre categorías de Mezcla. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,015                | Rechace la hipótesis nula. |

a. El nivel de significación es de ,050.  
b. Se muestra la significancia asintótica.

Figura 43: Resultados de significancia del análisis del MR

Nota: Propia

Según la prueba de no paramétrica de Kruskal Wallis según el nivel de significancia 0.05 indica la prueba que se acepta la H0 debido a que el nivel de significancia obtenido en la prueba estadística es 0.020, 0.017 y 0.015 menores a 0.05 nivel de significancia asumido por ello **se concluye que:** La resistencia a la flexión de un concreto liviano varía considerablemente con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1. Discusión de resultados con antecedentes

##### **Objetivo general**

En relación al objetivo general se obtuvo que la roca pómez, decrece el desempeño de las capacidades mecánicas del concreto liviano de 270.19 Kg-f/cm<sup>2</sup> de 178.28 Kg-f/cm<sup>2</sup> y en resistencia a flexión de 41.35 Kg-f/cm<sup>2</sup> de 35.38 Kg-f/cm<sup>2</sup>, asimismo varía las propiedades físicas del concreto liviano, en la temperatura, en el asentamiento varía de manera decreciente, y el contenido de aire varía de manera creciente a mayor proporción de roca pómez mayor es el contenido de aire aumentando hasta en un 50.62%, en la exudación reduce de 0.585% hasta 0.395%.

Al respecto el autor González, Verde y Romero, (2018) en su investigación titulado “Concreto auto compactable: Propuesta para el diseño de mezcla. beneficios técnicos y consideraciones básicas para su implementación en el Salvador” demostró que el concreto autocompactante presentó una exudación de 1.5ml en comparación al concreto convencional que produjo una exudación de 4.25 ml. Además, Rodríguez (2021), identificó que al emplear el 40% del agregado convencional por agregado ligero (roca Pómez), obtuvo un Slump ( 2 ½”), densidad de 1938 kg/cm<sup>3</sup>, T° de 22.00 °C y contenido de aire (4.3%), en cuanto al ensayo a tracción a los 7, 14 y 28 días en el: CC la resistencia es de 21.63 Kg-f/cm<sup>2</sup>, 22.97 Kg-f/cm<sup>2</sup> y 23.24 Kg-f/cm<sup>2</sup> a las tres edades, el C+ 40% de roca pómez presentó una resistencia a tracción 18.63 Kg-f/cm<sup>2</sup>, 21.03 Kg-f/cm<sup>2</sup>, 22.43 Kg-



f/cm<sup>2</sup>a las tres edades y el C + 100% de roca pómez una resistencia a tracción 16.18 Kg-f/cm<sup>2</sup>, 18.06 Kg-f/cm<sup>2</sup> y 21.37 Kg-f/cm<sup>2</sup>a las tres edades.

Se identificó que el contenido de aire aumenta, lo que resulta en un concreto más liviano, la exudación del concreto se comporta de forma constante, el asentamiento llega a reducir y a la vez el tiempo de fraguado aumenta, también se visualizó que en ambas situaciones que la resistencia a compresión del concreto llega a reducir, de la misma forma la densidad se ve reducida en gran medida. Es así que este tipo de concreto puede ser empleado en elementos no estructurales como muros de división.

### **Objetivo específico 1**

El valor de la trabajabilidad es de 101.60 mm, mientras que con sustituto del 12% de roca pómez la trabajabilidad reduce hasta 95.63 mm con un porcentaje de variación de -5.87%, con 18% de roca pómez la trabajabilidad reduce hasta 88.90 mm con un porcentaje de variación de -12.50% y finalmente con 22% de roca pómez la trabajabilidad presenta el mismo porcentaje de variación igual que el del 12%, asimismo en contrastación con la investigación del autor Rodriguez (2021) en su investigación titulado “Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero para uso estructural, adicionando piedra pómez, Juliaca-Puno, 2021” demuestra en sus resultados que la trabajabilidad varía de 21/2 plg hasta 2 ¾ plg al reemplazar el agregado convencional al agregado ligero que es la piedra pómez.

Se identificó en ambas situaciones el asentamiento se ve reducida, esto puede relacionarse a la mayor capacidad de absorción de la roca pómez en comparación de un agregado convencional.

### **Objetivo específico 2**

El concreto convencional el tiempo de fraguado inicial nos dio 367 min, mientras que con 12% de sustituto de roca pómez nos dio 368 min presentando porcentaje de variación de 0.09%, con 18% de sustituto de roca pómez nos dio 387 min presentando % de variación de 5.426% y finalmente con sustituto de 22% de roca pómez el fraguado inicial sería en 434 minutos.

En el fraguado final el concreto con sustituto parcial del agregado grueso con roca pómez en 12% se dio en 476 min presentando un porcentaje de variación de -3.77%, con 18% de roca pómez el fraguado final se dio en 497 min presentando porcentaje de variación de

0.47%, con 22% de roca pómez el fraguado final se dio en 546 min presentando una variación de 10.31%, en comparación con los resultados del autor

Se identificó en ambas situaciones que el tiempo de fraguado inicial muestra un aumento en el tiempo de fraguado.

### **Objetivo específico 3**

Se obtuvo un valor promedio de son 270.19 Kg-f/cm<sup>2</sup>, llegando a su resistencia a compresión promedio de 128.7 %, mientras que con sustituto del 12% de roca pómez la resistencia redujo a 268.38 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 163.1% presentando un porcentaje de variación de – 0.67 %, con sustituto del 18% de roca pómez la resistencia redujo a 209.7 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 99.6 % presentando un porcentaje de variación de – 22.62%, con sustituto del 22% de roca pómez la resistencia redujo a 178.28 Kg-f/cm<sup>2</sup> llegando a su resistencia final de 84.9% presentando un porcentaje de variación de – 34.02%.

Al respecto el autor Ayala & Urrego en su investigación titulado “Fabricación de concreto liviano de 21 MPa a partir de roca pómez extraída de Flandes – Tolima” demuestra en sus resultados un desarrollo de resistencia considerable a los 7 días, ganando así el 82.66% de  $f'c$  con 17.36 MPa, lo que muestra que a los 7 días se cumple el requisito mínimo para que la mezcla de concreto liviano pueda clasificarse como estructural es decir superar los 2500 Psi o 17 MPa, con densidades entre 1120 a 1920 kg/m<sup>3</sup>, tal y como lo describe el A.C.I 213R – 03, Asimismo el autor Colonio y Pérez en el año 2021 en su investigación titulado “Piedra pómez como agregado grueso para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto ligero estructural” demuestra que obtuvo  $f'c$  de 185 kg/cm<sup>2</sup>, 226 kg/cm<sup>2</sup> y 298 kg/cm<sup>2</sup>, afirmando que a mayor cantidad de material (pómez), la densidad es menor.

En cuanto al ensayo de compresión resulto que a mayor porcentaje de adición su resistencia a compresión baja considerablemente, pero se pudo observar que con la adición al 12% se obtuvo mejores resultados a comparación a las demás adiciones.

### **Objetivo específico 4**

En relación al cuarto objetivo específico se obtuvo en la muestra convencional presenta una resistencia a flexión de 41.35 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que sustituto parcial con roca pómez de 12% la resistencia decrece hasta 37.27 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando un porcentaje de variación de -9.87%, con sustituto parcial con roca pómez de 18% la resistencia decrece hasta 36.46

Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando un porcentaje de variación de -11.84, con sustituto parcial con roca pómez de 22% la resistencia decrece hasta 35.28 Kg-f/cm<sup>2</sup> presentando un porcentaje de variación de -15.68%.

Al respecto el autor Colonio y Perez (2021), Identifico que al emplear el 17% 20% y 50% de roza pómez como parte del AG se identificó valores de MR de 18 kg/cm<sup>2</sup>, 33kg/ cm<sup>2</sup>, 76 kg/cm<sup>2</sup> y un f'c de 185 kg/cm<sup>2</sup>, 226 kg/cm<sup>2</sup> y 298 kg/cm<sup>2</sup> se identificó una clara mejora al adicionar mayor cantidad de roca pómez.

Se identifico que al realizar un concreto liviano con el uso de piedra Pómez este reduce su resistencia a flexión entre más adición de este material se emplee. De esta forma el concreto resultante no debe ser empleado en elementos estructurales ya que puede provocar fallas y llega a representar un peligro para los habitantes.

## CONCLUSIONES

### 1. **Objetivo general**

El cambio que produce la roca pómez al reemplazar al agregado grueso es que favorece en el contenido de aire y exudación del concreto en estado fresco mientras que en las propiedades mecánicas produce cambios de manera decreciente, es decir, a un mayor porcentaje de reemplazo, menor es la resistencia a flexión y compresión.

### 2. **Objetivo específico 1**

Los resultados de la prueba de Kruskal Wallis de un factor, indicaron un nivel de significancia del 5% aceptando la  $H_A$ , de esta forma se concluyó afirmando que la trabajabilidad del concreto liviano se reduce con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

En el análisis de los efectos del sustituto del agregado grueso por roca pómez en la trabajabilidad del concreto se concluye que, la roca pómez, presenta variaciones en forma decreciente en cuanto a la trabajabilidad del concreto a mayor porcentaje de sustituto del agregado grueso con roca pómez, menor es el asentamiento de concreto de la misma forma cumple con los requisitos de calidad que especifica la norma cuyo valor en el diseño de mezcla se maneja de 3 plg a 4 plg.

### 3. **Objetivo específico 2**

De acuerdo a los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis los niveles de significancia de 0.023 y 0.021 siendo menores al 0.05, de esta forma se rechaza la  $H_0$  y acepta la  $H_a$  y se concluye que: El tiempo de fraguado del concreto liviano aumenta con sustitución parcial de AG por roca pómez, en la provincia de Huancayo.

En la evaluación de la incidencia del sustituto del agregado grueso con roca pómez en el TF del concreto liviano se concluye que el sustituto parcial al agregado grueso con roca pómez de 18% y 22% aumenta el tiempo de fraguado inicial y final del concreto mientras que el 12% de roca pómez reduce el tiempo de fraguado del concreto por lo que hoy es idóneo para emplear en la mezcla de concreto con el fin de obtener un concreto liviano.

### 4. **Objetivo específico 3**

En el análisis de los resultados del sustituto del agregado grueso con roca pómez en la resistencia a compresión del concreto liviano se concluye que, el  $f'_c$  del concreto presenta variación de manera decreciente tanto a los 7, 14, 21 y 28 días a mayor porcentaje de sustituto con roca pómez menor es la resistencia a compresión por lo que en base al análisis de las propiedades en estado fresco es idóneo emplear el 12% del sustituto debido

a la variación decreciente de la resistencia a compresión a mayor porcentaje de sustituto de roca pómez.

#### **5. Objetivo específico 4**

En la resistencia flexión del concreto liviano con sustituto parcial del AG por roca pómez, se concluye que la roca pómez altera la resistencia a flexión con 12% hasta -9.87% con 18% hasta -11.84 con 22% hasta -14.68% por ello a mayor porcentaje del sustituto por roca pómez menor es la resistencia a flexión.

## RECOMENDACIONES

1. Para futuras investigaciones se sugiere sustituir el agregado grueso con porcentajes menores al 12 % de roca pómez, ya que en esta investigación se obtuvo resultados mayores al diseño del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que el estudio contribuye a la reducción del peso del concreto y a su costo, beneficiando a la población.
2. Como se conoce la piedra pómez es porosa, por lo tanto, al adherirle al concreto presentara vacíos, lo que hará al concreto permeable y poco resistente; a razón de esto se recomienda el uso de otros agregados o aditivos que aporten mejoras a este mismo.
3. Para evaluar la resistencia a compresión del concreto es recomendable realizar más ensayos especiales para tener conocimiento sobre cómo actúa la roca pómez en la ductilidad y en la resistencia a tracción del concreto.
4. Se sugiere mejorar los métodos de investigación teniendo en cuenta la piedra pómez como parte del concreto liviano y emplear fibras para mejorar la resistencia de esa manera poder emplear el concreto como parte de elementos estructurales.
5. Aplicar los resultados de manera correcta en base a las pruebas experimentales elaborados en el laboratorio en la presente investigación, debido a que los resultados de la investigación serán usados como referencias en futuras investigaciones o aplicado en futuros proyectos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. 2017.** *Tecnología de concreto*. Lima : s.n., 2017.
- Acuña, C y Rojas, K. 2022.** “*Influencia en la resistencia a la compresión de concretos  $f'c=280$  y  $350 \text{ kg/cm}^2$ , aplicando diferentes métodos de curado, en la ciudad de Chiclayo, 2021*”. Facultad de ingeniería, Universidad tecnológica del peru. Chiclayo : s.n., 2022. Tesis pregrado.
- Alayo, A y Polo, M. 2019.** *Influencia del porcentaje de piedra pómez sobre la resistencia a la compresión y peso unitario en un concreto estructural para pórticos, Trujillo – 2019*. Facultad de ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo-Lima : s.n., 2019. pág. 222, Pre grado.
- Alejandra, M y Barreto, Z. 2019.** *Caracterización de las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto hidráulico con sustitución parcial de agregado ligero*. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogota : s.n., 2019. Tesi Pregrado.
- Armijo, I, y otros. 2021.** Manual de metodología de investigación. Chile : s.n., 2021.
- Armijo, J, y otros. 2020.** Manual de Metodología de Investigación. [aut. libro] Juan Armijo, y otros. *Manual de Metodología de Investigación*. 2020, pág. 109.
- Arrey, J. 2018.** “*Análisis de un modelo matemático para determinar el tiempo de fraguado del hormigón*”. Facultad de ingeniería, Universidad austral de Chile. Valdivia : s.n., 2018. Tesis pregrado.
- ASTM.** *American Society for testing and Materials*.
- Aucca C, B y Carbajal, D. 2021.** “*Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto tradicional, con respecto a un concreto traslucido, reemplazando el agregado fino por vidrio molido en diferentes porcentajes*”. Facultad de ingeniería, Universidad andina del cuzco. Cusco : s.n., 2021. Tesis pregrado.
- Ayala, I y Urrego, J. 2020.** *Fabricación de concreto liviano de 21 MPa a partir de roca pómez extraída de Flandes – Tolima*. Facultad de tecnología, Universidad Católica de Colombia. Bogota : s.n., 2020. pág. 245, Pre grado.
- Azuero, Á. 2018.** *Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación*. Universidad Católica de Cuenca Ecuador. Ecuador : s.n., 2018.
- Benalcázar, D. 2022.** *Análisis comparativo del peso y resistencia a compresión del hormigón convencional con un hormigón ligero de piedra pómez para una resistencia de diseño a compresión de  $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$  con diferentes porcentajes de aditivo*

- superplastificantes*". Facultad de Ingeniería civil y mecánica, Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2022. Tesis Pregrado.
- Benavides, E. 2021.** *Elaboración de concreto económico utilizacndo cascote ce´ramico como reemplazo parcial del cemento.* Facultad de Ingenicia Civil Ambiental, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo : s.n., 2021. Tesis Pregrado.
- Brena, J. 2021.** *Justificaciones de investigaciones.* Psicología , Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua : s.n., 2021.
- Canchanya, W. 2021.** *"Influencia de la temperatura del agua de mezclado en las propiuedades del concreto, en el distrito de apata chicche-jauja-junin".* Facultad de ingenieria, Universidad peruana los andes. Huancayo : s.n., 2021. Tesis pregrado.
- Cañarte, G. 2018.** *Estudio de aumento de resistencia a la compresión del hormigón liviano con piedra pómez como solución estructural.* Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2018. Tesis Pregrado.
- Carrasco, R. 2018.** *Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental.* Facultad de Arquitectura Diseño y Artes, Pontifica Universidad Catolica del Ecuador. Quito : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Castillo, P. 2018.** *Instructivo de la producción, colocación y manejo del concreto elaborado en obra.* Tecnología en construcciones civiles, Universidad Francisco José de Caldas. 2018.
- Chavez, S. 2020.** *"Comportamiento mecánico del concreto con fibra óptica reciclada como refuerzo al 5%, 10% y 15% del peso del cemento, Lima 2019"*. Lima : s.n., 2020.
- clasificación de las Investigaciones.* **Alvarez, A. 2020.** Lima : s.n., 2020.
- Colonio, J y Perez, G. 2021.** *Piedra pómez como agregado grueso para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto ligero estructural.* Facultad de ingenieria , Universidad Ricardo Palma . Lima : s.n., 2021. pág. 100, Pre grado.
- CONCRETOLiviano. 2017.** *blogguernuevo. blogguernuevo.* [En línea] 19 de Marzo de 2017. <http://blogguernuevo.blogspot.com/2016/03/concretos-livianos.html>.
- Coveñas, C y Valle, Y. 2019.** *Diseño de bloques de concreto celular con fibras sintéticas para muros no estructurales en viviendas unifamiliares en la ciudad de Piura, 2019.* Facultade de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Piura : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- DeHuancayo. 2023.** [www. dehuancayo.com](http://www.dehuancayo.com). *Mapa de Huancayo.* [En línea] 2023.



- Escobar, C. 2018.** *Produccion de agregados reciclados para la construccion*. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional Autonoma de Mexico. D.F. : s.n., 2018. Tesis Pregrado.
- Escobar, P, Astuñaua, S y Huanca, W. 2018.** *Metodología de la investigación científica*. Huancayo : Grafica Tolentino EIRL, 2018.
- español, El. 2019.** elespanol.com. *elespanol.com*. [En línea] 3 de Mayo de 2019. [https://www.elespanol.com/como/usar-piedra-pomez-utilidades-beneficios/394960848\\_0.html](https://www.elespanol.com/como/usar-piedra-pomez-utilidades-beneficios/394960848_0.html).
- Fernández, V. 2020.** *Tipo de justificación en la invcestigación científica*. Facultad de Investigación, Universidad César Vallejo, Perú. Lima : s.n., 2020.
- García, B. 2018.** *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno*. Facultad de ingeniería civil, Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- García, C. 2017.** *"Resistencia a la flexion del concreto"*. Huancayo : s.n., 2017.
- García, J. 2019.** *Metodología de la investigación para administradores*. Bogotá : s.n., 2019.
- Gómez, N. 2019.** *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Perú : s.n., 2019, pág. 93.
- Gonzales, A. 2022.** *Rocas y minerales. Rocas y minerales*. [En línea] 16 de Agosto de 2022. <https://www.rocasym minerales.net/piedra-pomez/>.
- Harp, F, y otros. 2021.** *Monografía de Piedra Pómez, 2021*. Pachuca : s.n., 2021.
- Inka. 2019.** Inka. *¿Qué es la dosificación de concreto?* [En línea] 20 de 03 de 2019.
- Lozano, G. 2021.** *"Comportamiento mecánico del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup> con fibra óptica reciclada, Chiclayo 2021"*. Chiclayo : s.n., 2021.
- Luisa, M. 2016.** Tyler. Tyler. [En línea] 2016. <http://www.tyler.com.mx/tamices.html>.
- Luisi, A. 2020.** *"Hormigón Translúcido con fibra óptica investigación y desarrollo"*. Montevideo, Uruguay : s.n., 2020.
- Manzi, J y Rosa, M. 2019.** *Validez de evaluaciones educacionales en chile y latinomerica*. Chile : s.n., 2019.
- Mapsofworl. 2021.** Mapsofworl. *Mapsofworl*. [En línea] 20 de 12 de 2021.
- Masias, K. 2018.** *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso*. Piura : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Matamoros, C. 2019.** *"Influencia de piedra pomez en la elaboracion de un concreto liviano estructural de  $f'c= 175$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando material de region de huancavelica"*.

- Facultad de ingeniería, Universidad nacional de huancavelica . Huancavelica : s.n., 2019. Tesis pregrado.
- Mite, A. 2023.** *"Análisis de la mezcla de hormigón alivianado utilizando piedra pomez (chasqui)"*. Facultad de ingeniería, Universidad laica vicente rocafuerte de guayaquil. Guayaquil : s.n., 2023. Tesis pregrado.
- Nicomedes, E. 2018.** Tipos de investigación. Lima : s.n., 2018.
- Nuñez, M. 2022.** *"Evaluación de la resistencia a la flexión y compresión del concreto con  $f_c=210/cm^2$  usando epoxico en juntas frias"*. Facultad de ingeniería, Universidad católica santo toribio de mogrovejo. Chiclayo : s.n., 2022. Tesis pregrado.
- Obando, J y Pachacama, R. 2018.** *Diseño y caracterización de un material compuesto por roca volcánica y concreto como material alternativo de construcción que permita mejorar los niveles de confort interno en viviendas localizadas en climas fríos*. Facultad de Ingeniería mecánica, Escuela Politécnica Nacional. Quito : s.n., 2018.
- Pari, L. 2022.** *"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la adición de piedra pómez para la elaboración de unidades de albañilería de concreto ligero en la ciudad de Puno"*. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2022.
- Perez, F. 2023.** Cementos Torices. *¿Qué son los fraguados y para que sirven en construcción?* [En línea] 24 de 05 de 2023.
- Propiedades químicas del cemento.* **TEQUENDAMA. 2021.** Colombia : s.n., 2021, Tequendama.
- Quispe, G y Vera, J. 2018.** *Evaluación del concreto con arcilla expandida como agregado grueso para utilizarse en concreto estructural liviano*. Facultad de Ingeniería, Universidad San Martín de Porras. Lima : s.n., 2018.
- Relloso, R. 2021.** Metodología de la Investigación. [aut. libro] Rafael Relloso Chacín. *Metodología de la Investigación*. Estados Unidos : s.n., 2021, pág. 13.
- Reymundo, R. 2021.** *Meantensor de la trabajabilidad del concreto bombeado adicionado con sacarosa*. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro. Perú : s.n., 2021.
- Rivva, E. 2000.** *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Lima : s.n., 2000.
- Rodríguez, V. 2021.** *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero para uso estructural, adicionando piedra pómez, Juliaca - Puno, 2021*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2021. Tesis Pregrado.

- Ruiz, G. 2018.** *"Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso"*. Facultad de ingeniería, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2018. Tesis pregrado.
- Ruiz, R y Vasallo, M. 2018.** *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cemento Ico, Ms y Ug, Trujillo 2018*. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Sahesa. 2018.** *Fibras Metálicas, Fibras para concreto y Fibras SAHE*. 2018.
- Sánchez, H, Reyes, C y Mejía, K. 2018.** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Lima : s.n., 2018.
- Uriarte, E. 2020.** *"Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones en condición de autoconstrucción, Pomalca - Chiclayo"*. Facultad de Ingeniería, Universidad Señor de Sipán. Pimentel : s.n., 2020. Tesis pregrado.
- Variación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto armado al ser reforzadas con laminas de fibra de carbono.* **Aquino, S y Mosquera, M. 2019.** 2019, Revista ciencia y tecnología, pág. 12.
- Vasquez, A. 2022.** *"Influencia sobre la resistencia a compresión de un concreto ligero estructural, al reemplazar un porcentaje de traquita; saturada y seca por el agregado grueso"*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2022. Tesis pregrado.
- Vera, I. 2018.** *"Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)"*. Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2018. Tesis pregrado.
- Villanueva, K y Azañedo, W. 2020.** *"Influencia de diferentes porcentajes del agregado fino en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, en Trujillo 2020"*. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2020. Tesis pregrado.
- Yoc, J. 2018.** *Fabricación y evaluación experimental de unidades de mampostería de concreto celular de espuma preformada*. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Yupanqui, J y Huamani, E. 2021.** *"Efecto del Aditivo Chema en la Resistencia del Concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , anexo Simpatata Distrito de Ayacucho-Huamanga-Ayacucho"*. Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo. Trujillo : s.n., 2021. Tesis pregrado.

**Zamora, L. 2019.** *Diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural.* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

**“PROPIEDADES FÍSICAS–MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO”**

| <b>Problema</b>   | <b>Objetivos</b>  | <b>Hipótesis</b>  | <b>Variables</b>  | <b>Dimensiones</b>                 | <b>Indicadores</b>                     | <b>Metodología</b>  |
|---|---|---|---|------------------------------------|--|---|
| <p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuáles serían los resultados de las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?</p>  | <p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar los resultados de las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p>  | <p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano presentan resultados positivos con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p>   | <p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Roca pómez</p>                                       | <p>Dosificación</p>                | <p>12%,18%, 22%</p>                    | <p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b><br/>Cuantitativa<br/><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b><br/>Aplicada.<br/><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b><br/>Explicativo<br/><b>CUANDO:</b><br/>2022<br/><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b><br/>Experimental, considerando que el análisis a realizar es demostrable en todo el proceso.</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b><br/><b>POBLACIÓN:</b> El tamaño de la población se realizó 80 testigos de concreto.<br/><b>MUESTRA:</b> Está conformado por la sustitución del agregado grueso por roca pómez en 12%, 18% y 22%, en un concreto liviano de la siguiente manera:<br/>Especímenes cilíndricos a compresión:<br/>- 12 probetas de rotura a los 7 días.<br/>- 12 probetas de rotura a los 14 días<br/>- 12 probetas de rotura a los 21 días.<br/>- 12 probetas de rotura a los 28 días.<br/>Muestras para roturas, viga a flexión:<br/>- 8 probetas de rotura a los 7 días.<br/>- 8 probetas de rotura a los 14 días<br/>- 8 probetas de rotura a los 21 días.<br/>- 8 probetas de rotura a los 28 días.</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b><br/>- Recolección de datos<br/><b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</b><br/>- Estadístico y no probabilístico.</p> |
| <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cómo varía la trabajabilidad del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?</p> <p>¿Cuál es el comportamiento del tiempo de fraguado del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?</p> <p>¿Cuáles son los resultados de la resistencia a compresión del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?</p> <p>¿Cuánto varía la resistencia a la flexión de un concreto liviano con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo?</p> | <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Analizar la variación de la trabajabilidad del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p> <p>Evaluar el comportamiento del tiempo de fraguado del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p> <p>Analizar los resultados de la resistencia a compresión del concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p> <p>Identificar la variación de la resistencia a la flexión de un concreto liviano, con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p> | <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>La trabajabilidad del concreto liviano se reduce con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p> <p>El tiempo de fraguado del concreto liviano aumenta con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p> <p>La resistencia a compresión del concreto liviano cambia considerablemente con sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p> <p>La resistencia a la flexión de un concreto liviano varía considerablemente con la sustitución parcial de agregado grueso por roca pómez, en la provincia de Huancayo.</p> | <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano</p> | <p>Análisis físicos</p>            | <p>Peso unitario suelto</p>            |   |
|   |   |   |   |                                    | <p>Peso unitario compactado</p>        |   |
|   |   |   |   |                                    | <p>Absorción</p>                       |   |
|   |   |   |   | <p>Trabajabilidad</p>              | <p>Asentamiento</p>                    |   |
|   |   |   |   | <p>Tiempo de fraguado</p>          | <p>Tiempo</p>                          |   |
|   |   |   |   |                                    | <p>Resistencia a la penetración</p>    |   |
|   |   |   |   | <p>Resistencia a la compresión</p> | <p>Carga máxima a compresión</p>       |   |
|   |   |   |   |                                    | <p>Tipo de falla</p>                   |   |
|   |   |   |   | <p>Resistencia a la flexión</p>    | <p>Módulo de roturas</p>               |   |
|   |   |   |   |                                    | <p>Ubicación de la línea de rotura</p> |   |

**Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables**



| VARIABLES  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES                 | INDICADORES                       |                           |
|--|---|--|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>1: Variable Independiente</b><br><br>Roca pómez                                       | Según Harp (2021), la piedra pómez presenta un origen volcánico, este compuesto esencialmente por alúmina y sílice, tienen una alta porosidad, la densidad es de 0.4 – 0.9 g/cm <sup>3</sup> , aislante térmico y características puzolánicas y también se emplea en la elaboración de Cemento Portland, aumentando la resistencia al ataque de agua, ataque al ácido de agua, etc. | La roca pómez se operacionalizo a partir de sus dimensiones:<br><br>- D1: Dosificación (se emplearon dosificaciones de 12%, 18% y 22%)<br>- D2: Propiedades físicos (Se evalúa el valor de peso unitario, absorción y se analizó el peso unitario compacto)<br><br>Las dimensiones fueron evaluadas tomando en cuenta sus indicadores, para dar solución a los problemas.  | Dosificación                | 12%<br>18%<br>22%                 |                           |
|  |   |  | Propiedades físicas         |                                   | Peso unitario suelto      |
|  |   |  |                             |                                   | Peso unitario compactado  |
|  |   |  |                             |                                   | Absorción                 |
| <b>2: Variable Dependiente</b><br><br>Propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano | Según Gallegos (2022), el concreto ligero se considera como un material de densidades menores, la reducción de la densidad en el concreto es producido por la presencia de vacíos, empleado para reducir las cargas de la estructura. Es así que el concreto liviano presenta propiedades físicas como: asentamiento, TF, exudación, MR, f'c.                                       | Las propiedades físicas-mecánicas del concreto liviano, se operacionaliza mediante cuatro dimensiones:<br><br>- D1: Trabajabilidad. (se evaluó la consistencia de acuerdo al Slump)<br>- D2: Fraguado (se identificó el tiempo de fraguado inicial y final)<br>- D3: Resistencia a la compresión (se evaluó el f'c mediante rotura de proveas)<br>- D4: Resistencia la flexión (se evaluó el MR con ensayos de flexión en vigas)<br><br>Las dimensiones fueron evaluadas tomando en cuenta sus indicadores, para dar solución a los problemas. | Trabajabilidad              | Consistencia Slump                |                           |
|  |   |  | Fraguado                    |                                   | Fraguado inicial          |
|  |   |  |                             |                                   | Fraguado final            |
|  |   |  | Resistencia a la compresión |                                   | Carga máxima a compresión |
|  |   |  |                             |                                   | Tipo de falla             |
|  |   |  | Resistencia a la flexión    | Ubicación de la línea de fractura |                           |
|  | Ubicación de la línea de fractura   |  |                             |                                   |                           |

**Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento**

| VARIABLES   | DIMENSIONES                 | INDICADORES                       | INSTRUMENTO                   | ESCALA                        |   |   |   |   |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|
|   |                             |                                   |                               | 1                             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>1: Variable Independiente</b><br>Roca pómez  | Dosificación                | 12%                               | Ficha de laboratorio          |                               | X |   |   |   |
|   |                             | 18%                               |                               |                               |   |   |   |   |
|   |                             | 22%                               |                               |                               |   |   |   |   |
|   | Propiedades físicas         | Peso unitario suelto              |                               | Ficha de recolección de datos |   | X |   |   |
| Peso unitario compactado  |                             |                                   | Ficha de recolección de datos |                               | X |   |   |   |
| Absorción   |                             |                                   | Ficha de recolección de datos |                               | X |   |   |   |
| <b>2: Variable Dependiente</b><br>Propiedades físicas-mecánicas del<br>concreto liviano | Trabajabilidad              | Consistencia Slump                | Cono de Abrams                |                               | X |   |   |   |
|   |                             |                                   |                               |                               |   |   |   |   |
|   | Fraguado                    | Fraguado inicial                  |                               | Aguja vicat                   |   | X |   |   |
|   |                             | Fraguado final                    |                               | Penetrómetro                  |   | X |   |   |
|   | Resistencia a la compresión | Carga máxima a compresión         |                               | Carga axial (KN)              |   | X |   |   |
|   |                             | Tipo de falla                     |                               | Tipo de falla de rotura       |   | X |   |   |
|   | Resistencia a la flexión    | Ubicación de la línea de fractura |                               | MR                            |   | X |   |   |
|   |                             | Ubicación de la línea de fractura |                               | Equipo de la línea de flexión |   | X |   |   |

**Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación**



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS** S.A.C.  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**PETICIONARIO:**

**BACH. ANCHO ALVAREZ DAVID NEHEMIAS**

**PROYECTO:**

**“PROPIEDADES FÍSICAS – MECÁNICAS  
DEL CONCRETO LIVIANO CON  
SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL  
AGREGADO GRUESO POR ROCA  
POMEZ, EN LA PROVINCIA  
HUANCAYO”**

**2023**



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- CONTROL, VERIFICA Y ALMACÉN DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

# PROPIEDADES DEL AGREGADO

 Pje. Grau N° 211, Chilca – Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar si autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@idec.com](mailto:idecontrapruebas@idec.com)



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.S.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

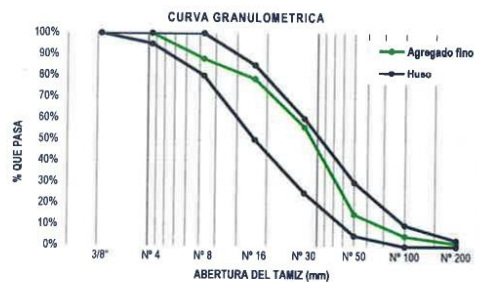
**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato** : C-AF-EX-01/Rev.02/2022-08-15  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : ARENA GRUESA  
**Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de recepción** : Febrero - 2023  
**Fecha de emisión** : Marzo - 2023

## PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012

Módulo de Finura (MF) : 2.87

| TAMIZ  | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | RETENIDO PARCIAL (%) | RETENIDO ACUMULADO (%) | PASANTE (%) |
|--------|---------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------|
| 1/2"   | 12.700        | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| 3/8"   | 9.530         | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| N° 4   | 4.760         | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| N° 8   | 2.360         | 83.0               | 12.0                 | 12.0                   | 88.0        |
| N° 16  | 1.180         | 65.5               | 9.4                  | 21.4                   | 78.6        |
| N° 30  | 0.600         | 156.5              | 22.6                 | 43.9                   | 56.1        |
| N° 50  | 0.300         | 284.2              | 41.0                 | 84.9                   | 15.1        |
| N° 100 | 0.150         | 70.8               | 10.2                 | 95.1                   | 4.9         |
| N° 200 | 0.075         | 22.8               | 3.3                  | 98.4                   | 1.6         |
| FONDO  |               | 11.2               | 1.6                  | 100.0                  | 0.0         |
| TOTAL  |               | 694.0              | 100.0 %              |                        |             |



### 2. PESO UNITARIO - NTP 400.017

**Peso Unitario Suelto:** 1436.06 kg/m<sup>3</sup>  
**Peso Unitario Compactado:** 1674.11 kg/m<sup>3</sup>

| Ítem  | M-1      | M-2      | M-3      |
|---|----------|----------|----------|
| Peso de molde (g)                             | 10080.00 | 10080.00 | 10080.00 |
| Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )           | 5560.00  | 5560.00  | 5560.00  |
| Muestra suelta + molde (g)                    | 17950.00 | 18130.00 | 18135.00 |
| Muestra compactada + molde (g)                | 19       |          |          |
| Peso unitario suelto (g/cm <sup>3</sup> )     |          |          |          |
| Peso unitario compactado (g/cm <sup>3</sup> ) |          |          |          |

### 4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.022

**Peso específico de Masa:** 2.56 g/cm<sup>3</sup>  
**Peso específico SSS:** 2.60 g/cm<sup>3</sup>  
**Peso específico Aparente:** 2.68 g/cm<sup>3</sup>  
**Absorción:** 1.77 %

| Ítem                                | M-1    | M-2 | M-3 |
|-------------------------------------|--------|-----|-----|
| Peso de Tara (g)                    | 176.0  |     |     |
| Peso de Fiola (g)                   | 188.80 |     |     |
| Peso del agregado en estado SSS (g) | 500.00 |     |     |
| a (g)                               | 996.50 |     |     |
| (g)                                 | 667.30 |     |     |
| (cm <sup>3</sup> )                  | 500.00 |     |     |
| (g/cm <sup>3</sup> )                | 2.55   |     |     |
| (g/cm <sup>3</sup> )                | 2.60   |     |     |
| (g/cm <sup>3</sup> )                | 2.68   |     |     |
| (%)                                 | 1.77   |     |     |

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD

Contenido de Humedad: 3.69 %

| Ítem                                  | M-1    | M-2 |
|---------------------------------------|--------|-----|
| Peso de recipiente (gr)               | 136.00 |     |
| Peso de recipiente + agreg. (gr)      | 838.00 |     |
| Peso de recipiente + agreg. seco (gr) | 813.00 |     |
| Peso de agregado húmedo (gr)          | 702.00 |     |
| Peso de agregado seco (gr)            | 677.00 |     |
| Contenido de Humedad (%)              | 3.69   |     |

### RESUMEN DE PROPIEDADES

| AGREGADO FINO                  |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| Módulo de Finura               | 2.87                         |
| Contenido de Humedad           | 3.7 (%)                      |
| Peso unitario suelto (PUS)     | 1436.06 (Kg/m <sup>3</sup> ) |
| Peso unitario compactado (PUC) | 1674.11 (Kg/m <sup>3</sup> ) |
| Peso Especifico de masa        | 2.56 (g/cm <sup>3</sup> )    |
| Absorción                      | 1.77 (%)                     |

### OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Luis Gamarrá Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 U.P. 192131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al: idecontrapruebas@gmail.com



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato** : C-F-AS-EX01/Rev.01/2023-05  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : AGREGADO GRUESO  
**Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de recepción** : Febrero - 2023  
**Fecha de emisión** : Marzo - 2023

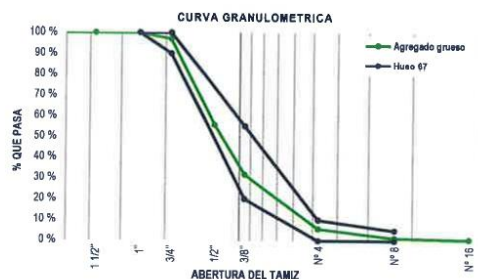
## PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO

### 1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012

Tamaño Máximo Nominal (TMN) : 3/4"  
 Módulo de Finura (MF) : 6.61

| TAMIZ        | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | RETENIDO PARCIAL (%) | RETENIDO ACUMULADO (%) | PASANTE (%) |
|--------------|---------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------|
| 2"           | 50.80         | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| 1 1/2"       | 38.10         | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| 1"           | 25.40         | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| 3/4"         | 19.05         | 150.1              | 3.0                  | 3.0                    | 97.0        |
| 1/2"         | 12.70         | 2093.8             | 41.4                 | 44.4                   | 55.6        |
| 3/8"         | 9.53          | 1206.7             | 23.9                 | 68.3                   | 31.7        |
| N° 4         | 4.76          | 1315.4             | 26.0                 | 94.3                   | 5.7         |
| N° 8         | 2.36          | 215.4              | 4.3                  | 98.5                   | 1.5         |
| N° 16        | 1.18          | 30.1               | 0.6                  | 99.1                   | 0.9         |
| FONDO        |               | 43.5               | 0.9                  | 100.0                  | 0.0         |
| <b>TOTAL</b> |               | <b>5055.0</b>      | <b>100.0 %</b>       |                        |             |

Huso Correspondiente: Huso 67



### 2. PESO UNITARIO - NTP 400.017

**Peso Unitario Suelto:** 1278.78 kg/m3  
**Peso Unitario Compactado:** 1467.93 kg/m3

| Ítem                             | M-1      | M-2      | M-3      |
|----------------------------------|----------|----------|----------|
| Peso de molde (gr)               | 10080.00 | 10080.00 | 10080.00 |
| Volumen de molde (cm3)           | 5560.00  | 5560.00  | 5560.00  |
| Muestra suelta + molde (gr)      | 17120.00 | 17215.00 | 17235.00 |
| Muestra compactada + molde (gr)  | 18215.00 | 18245.00 | 18265.00 |
| Peso unitario suelto (g/cm³)     | 1.27     | 1.28     | 1.29     |
| Peso unitario compactado (g/cm³) | 1.46     | 1.47     | 1.47     |

### 4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.021

**Peso Especifico de Masa:** 2.71 g/cm3  
**Peso Especifico SSS:** 2.73 g/cm3  
**Peso Especifico Aparente:** 2.77 g/cm3  
**Absorción:** 0.79 %

| Ítem                             | M-1    | M-2 | M-3 |
|----------------------------------|--------|-----|-----|
| Peso de agregado estado SSS (gr) | 3120.3 |     |     |
| Peso de agregado sumergido (gr)  | 1977.0 |     |     |
| Peso de agregado seco (gr)       | 3095.8 |     |     |
| Peso especifico de masa (g/cm³)  | 2.71   |     |     |
| Peso especifico SSS (g/cm³)      | 2.73   |     |     |
| Peso especifico aparente (g/cm³) | 2.77   |     |     |
| Absorción (%)                    | 0.79   |     |     |

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.185

Contenido de Humedad: 1.23 %

| Ítem                                  | M-1     | M-2 |
|---------------------------------------|---------|-----|
| Peso de recipiente (gr)               | 160.00  |     |
| Peso de recipiente + agreg. (gr)      | 1555.00 |     |
| Peso de recipiente + agreg. seco (gr) | 1538.00 |     |
| Peso de agregado húmedo (gr)          | 1395.00 |     |
| Peso de agregado seco (gr)            | 1378.00 |     |
| Contenido de humedad (%)              | 1.23    |     |

### RESUMEN DE PROPIEDADES

| AGREGADO GRUESO                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Tamaño Máximo Nominal          | 3/4" (Pulg)     |
| Módulo de Finura               | 6.61            |
| Contenido de Humedad           | 1.23 (%)        |
| Peso Unitario Suelto (PUS)     | 1278.78 (Kg/m3) |
| Peso Unitario Compactado (PUC) | 1467.93 (Kg/m3) |
| Peso Especifico de Masa        | 2.71 (g/cm3)    |
| Absorción                      | 0.79 (%)        |

#### OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Luis Gamarrá Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIF 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al: idecontrapruebas@gmail.com





**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

# PROPIEDADES DE LA ROCA POMEZ

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

**RUC: 20610623612**

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto :** TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

**Peticionario :** Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

**Ubicación :** HUANCAYO - JUNÍN

**Estructura :** VARIOS

**Expediente N° :** EXP-051-IDC-2022

**Codigo de formato :** C-F-AS-EX01/Rev.01/2023-05

**Cantera :** PILCOMAYO

**Clase de material :** ROCA POMEZ

**Ensayado por :** YZLZ

**Fecha de recepción :** Abril - 2023

**Fecha de emisión :** Junio - 2023

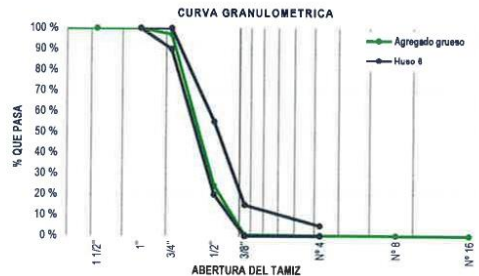
**PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO**

**1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012**

Tamaño Máximo Nominal (TMN) : 3/4"  
Módulo de Finura (MF) : 7.01

| TAMIZ        | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | RETENIDO PARCIAL (%) | RETENIDO ACUMULADO (%) | PASANTE (%) |
|--------------|---------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------|
| 2"           | 50.80         | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| 1 1/2"       | 38.10         | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| 1"           | 25.40         | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |
| 3/4"         | 19.05         | 73.4               | 2.9                  | 2.9                    | 97.1        |
| 1/2"         | 12.70         | 1855.1             | 72.7                 | 75.6                   | 24.4        |
| 3/8"         | 9.53          | 603.1              | 23.7                 | 99.3                   | 0.7         |
| N° 4         | 4.76          | 8.4                | 0.3                  | 99.6                   | 0.4         |
| N° 8         | 2.36          | 3.0                | 0.1                  | 99.7                   | 0.3         |
| N° 16        | 1.18          | 3.0                | 0.1                  | 99.8                   | 0.2         |
| FONDO        |               | 4.0                | 0.2                  | 100.0                  | 0.0         |
| <b>TOTAL</b> |               | <b>2550.0</b>      | <b>100.0 %</b>       |                        |             |

Huso Correspondiente: Huso 6



**2. PESO UNITARIO - NTP 400.017**

Peso Unitario Suelto: 561.58 kg/m3  
Peso Unitario Compactado: 591.72 kg/m3

| Ítem                             | M-1      | M-2      | M-3      |
|----------------------------------|----------|----------|----------|
| Peso de molde (gr)               | 8501.00  | 8501.00  | 8501.00  |
| Volumen de molde (cm3)           | 3140.54  | 3140.54  | 3140.54  |
| Muestra suelta + molde (gr)      | 10273.00 | 10260.00 | 10261.00 |
| Muestra compactada + molde (gr)  | 10373.00 | 10351.00 | 10354.00 |
| Peso unitario suuelto (g/cm³)    | 0.56     | 0.56     | 0.56     |
| Peso unitario compactado (g/cm³) | 0.60     | 0.59     | 0.59     |

**4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.021**

Peso Especifico de Masa: 1.67 g/cm3  
Peso Especifico SSS: 1.89 g/cm3  
Peso Especifico Aparente: 2.15 g/cm3  
Absorción: 13.34 %

| Ítem                             | M-1    | M-2 | M-3 |
|----------------------------------|--------|-----|-----|
| Peso de agregado estado SSS (gr) | 3000.0 |     |     |
| Peso de agregado sumergido (gr)  | 1415.5 |     |     |
| Peso de agregado seco (gr)       | 2646.9 |     |     |
| Peso especifico de masa (g/cm³)  | 1.67   |     |     |
| Peso especifico SSS (g/cm³)      | 1.89   |     |     |
| Peso especifico aparente (g/cm³) | 2.15   |     |     |
| Absorción (%)                    | 13.34  |     |     |

**3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.185**

Contenido de Humedad: 0.62 %

| Ítem                                  | M-1     | M-2 |
|---------------------------------------|---------|-----|
| Peso de recipiente (gr)               | 185.60  |     |
| Peso de recipiente + agreg. (gr)      | 1647.00 |     |
| Peso de recipiente + agreg. seco (gr) | 1638.00 |     |
| Peso de agregado húmedo (gr)          | 1461.40 |     |
| Peso de agregado seco (gr)            | 1452.40 |     |
| Contenido de humedad (%)              | 0.62    |     |

**RESUMEN DE PROPIEDADES**

| AGREGADO GRUESO                |                |
|--------------------------------|----------------|
| Tamaño Máximo Nominal          | 3/4" (Pulg)    |
| Módulo de Finura               | 7.01           |
| Contenido de Humedad           | 0.62 (%)       |
| Peso Unitario Suelto (PUS)     | 561.58 (Kg/m3) |
| Peso Unitario Compactado (PUC) | 591.72 (Kg/m3) |
| Peso Especifico de Masa        | 1.67 (gr/cm3)  |
| Absorción                      | 13.34 (%)      |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20310623612

Para verificar la autenticidad puede  
consultar en idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)**

PROYECTO : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
 PETICIONARIO : Bch. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 CANTERA : PIL.COMAYO  
 FECHA : Marzo - 2023

| CONCRETO: $f_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup> |                      |                  |                   |                         |                       |                           |               |
|--|----------------------|------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| CARACTERIST.                             | PESO ESPECIFICO K/M3 | MODULO DE FINEZA | HUMEDAD NATURAL % | PORCENTAJE DE ABSORCION | PESO SECO SUELTO K/M3 | PESO SECO COMPACTADO K/M3 | TAMAÑO MAXIMO |
| CEMENTO                                  | 3150.00              | --               | --                | --                      | 3.15                  |                           |               |
| AGREG. FINO                              | 2560.00              | 2.87             | 3.70              | 1.77                    | 1436.06               | 1674.11                   |               |
| AGREG. GRUESO                            | 2710.00              | 6.61             | 1.23              | 0.79                    | 1278.78               | 1467.93                   | 3/4"          |

VALORES DE DISEÑO

|   |                       |                     |                       |
|---|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1) $f_{cr}$ Kg/cm <sup>2</sup> :        | 295                   | 6) RELACION DE A/C: | 0.557                 |
| 2) ASENTAMIENTO:                        | 2" a 4"               | 7) AGUA             | 205 L.T.              |
| 3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:               | 3/4"                  |                     |                       |
| 4) CON AIRE INCORPORADO                 | N                     |                     |                       |
| 5) VOL. DE AGREG. GRUESO:               | 0.638                 |                     |                       |
| % DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO: |                       |                     |                       |
| FACTOR CEMENTO:                         | 368 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:              | 937 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| CANTIDAD DE AGREG. FINO:                | 800 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:            | 0.117 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:               | 0.205 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:               | 0.020 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:         | 0.346 m <sup>3</sup>  | PASTA:              | 0.3418 m <sup>3</sup> |
| SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :          | 0.687 m <sup>3</sup>  | MORTERO:            | 0.6544 m <sup>3</sup> |
| SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:          | 0.687 m <sup>3</sup>  | pasta agrega        | 0.2222 m <sup>3</sup> |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:           | 0.313 m <sup>3</sup>  |                     | 0.4468 m <sup>3</sup> |
| TOTAL:                                  | 1.000                 |                     | 0.3570 m <sup>3</sup> |

|                                       |                       |   |                     |
|---------------------------------------|-----------------------|---|---------------------|
| CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO |                       | COEFICIENTE DE APOORTE POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO |                     |
| CEMENTO:                              | 368 Kg/m <sup>3</sup> | CEMENTO:  | 8.7 Bolsas          |
| AGUA:                                 | 205 Lt/m <sup>3</sup> | AGUA:   | 185.4 Lt            |
| AGREGADO FINO:                        | 800 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO FINO:  | 0.56 m <sup>3</sup> |
| AGREGADO GRUESO:                      | 937 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO GRUESO:                                      | 0.73 m <sup>3</sup> |
| 2310                                  |                       |   |                     |

|                        |                       |                                |                       |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| CORRECCION POR HUMEDAD |                       | CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS  |                       |
| FINO HUM.:             | 860 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO FINO:                 | 1.93 %                |
| GRUESO HUM.:           | 966 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO GRUESO:               | 0.44 %                |
|                        |                       | VOLUMEN DE AGUA:               | 19.56 Lt              |
|                        |                       | AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.: | 185 Lt/m <sup>3</sup> |

|   |                          |  |                                      |  |
|---|--------------------------|--|--------------------------------------|--|
| CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD |                          |  | VOLUMEN APARENTE EN PIE <sup>3</sup> |  |
| CEMENTO:                                      | 368.04 Kg/m <sup>3</sup> |  | 8.7                                  |  |
| RANGO DE AGUA:                                | 185.44 Lt/m <sup>3</sup> |  | 21.41                                |  |
| AGREG. FINO HUMEDO:                           | 860.19 Kg/m <sup>3</sup> |  | 19.20                                |  |
| AGREG. GRUESO HUMEDO:                         | 966.03 Kg/m <sup>3</sup> |  | 24.2                                 |  |

|                    |       |  |                       |                                |                     |
|--------------------|-------|--|-----------------------|--------------------------------|---------------------|
| PROPORCION EN PESO |       | PROPORCION EN VOLUMEN PIE <sup>3</sup> |                       | DOSIFICACION EN m <sup>3</sup> |                     |
| Cemento :          | 1     | Cemento :                              | 1 Bolsas              | Cemento :                      | 8.7 Bolsas          |
| Agua :             | 0.555 | Agua :                                 | 21.41 L               | Agua :                         | 0.19 m <sup>3</sup> |
| Arena :            | 2.337 | Arena :                                | 2.22 Pie <sup>3</sup> | Arena :                        | 0.60 m <sup>3</sup> |
| Grava :            | 2.625 | Grava :                                | 2.80 Pie <sup>3</sup> | Grava :                        | 0.76 m <sup>3</sup> |

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 138131

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)**

PROYECTO : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
 PETICIONARIO : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 CANTERA : PILCOMAYO MUESTRA: 12% ROCA POMEZ  
 FECHA : Marzo - 2023

| CONCRETO: $f_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup> |                      |                  |                   |                         |                       |                           |               |
|--|----------------------|------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| CARACTERIST.                             | PESO ESPECIFICO K/M3 | MODULO DE FINEZA | HUMEDAD NATURAL % | PORCENTAJE DE ABSORCION | PESO SECO SUELTO K/M3 | PESO SECO COMPACTADO K/M3 | TAMAÑO MAXIMO |
| CEMENTO                                  | 3150.00              | --               | --                | --                      | 3.15                  |                           |               |
| AGREG. FINO                              | 2560.00              | 2.87             | 3.70              | 1.77                    | 1436.06               | 16.74.11                  |               |
| AGREG. GRUESO                            | 2710.00              | 6.61             | 1.23              | 0.79                    | 1278.78               | 1467.93                   | 3/4"          |

VALORES DE DISEÑO

|   |                       |                     |                       |
|---|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1) $f_{cr}$ Kg/cm <sup>2</sup> :        | 295                   | 6) RELACION DE A/C: | 0.557                 |
| 2) ASENTAMIENTO:                        | 2" a 4"               | 7) AGUA             | 205 LT.               |
| 3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:               | 3/4"                  |                     |                       |
| 4) CON AIRE INCORPORADO                 | N                     |                     |                       |
| 5) VOL. DE AGREG. GRUESO:               | 0.638                 |                     |                       |
| % DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO: |                       |                     |                       |
| FACTOR CEMENTO:                         | 368 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:              | 937 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| CANTIDAD DE AGREG. FINO:                | 800 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:            | 0.117 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:               | 0.205 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:               | 0.020 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:         | 0.346 m <sup>3</sup>  | PASTA:              | 0.3418 m <sup>3</sup> |
| SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :          | 0.687 m <sup>3</sup>  | MORTERO:            | 0.6544 m <sup>3</sup> |
| SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:          | 0.687 m <sup>3</sup>  |                     | 0.2222 m <sup>3</sup> |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:           | 0.313 m <sup>3</sup>  |                     | 0.4468 m <sup>3</sup> |
| TOTAL:                                  | 1.000                 |                     | 0.3570 m <sup>3</sup> |

| CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO |                       | COEFICIENTE DE APORTE POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO |                     |
|---------------------------------------|-----------------------|--|---------------------|
| CEMENTO:                              | 368 Kg/m <sup>3</sup> | CEMENTO:   | 8.7 Bolsas          |
| AGUA:                                 | 205 Lt/m <sup>3</sup> | AGUA:  | 185.4 Lt            |
| AGREGADO FINO:                        | 800 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO FINO:                                       | 0.56 m <sup>3</sup> |
| AGREGADO GRUESO:                      | 937 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO GRUESO:                                     | 0.73 m <sup>3</sup> |
| 2310                                  |                       |  |                     |

| CORRECCION POR HUMEDAD |                       | CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS  |                       |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| FINO HUM.:             | 860 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO FINO:                 | 15.44 Lt              |
| GRUESO HUM.:           | 966 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO GRUESO:               | 4.12 Lt               |
|                        |                       | VOLUMEN DE AGUA:               | 19.56 Lt              |
|                        |                       | AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.: | 185 Lt/m <sup>3</sup> |

| CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD |                          | VOLUMEN APARENTE EN PIE <sup>3</sup> |       |
|---|--------------------------|--------------------------------------|-------|
| CEMENTO:                                      | 368.04 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 8.7   |
| RANGO DE AGUA:                                | 185.44 Lt/m <sup>3</sup> |                                      | 21.41 |
| AGREG. FINO HUMEDO:                           | 860.19 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 19.20 |
| AGREG. GRUESO HUMEDO:                         | 966.03 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 24.2  |

| PROPORCION EN PESO |       | PROPORCION EN VOLUMEN PIE <sup>3</sup> |                       | DOSIFICACION EN m <sup>3</sup> |                     |
|--------------------|-------|--|-----------------------|--------------------------------|---------------------|
| Cemento :          | 1     | Cemento :                              | 1 Bolsas              | Cemento :                      | 8.7 Bolsas          |
| Agua :             | 0.504 | Agua :                                 | 21.41 L               | Agua :                         | 0.19 m <sup>3</sup> |
| Arena :            | 2.337 | Arena :                                | 2.22 Pie <sup>3</sup> | Arena :                        | 0.60 m <sup>3</sup> |
| Grava :            | 2.31  | Grava :                                | 2.46 Pie <sup>3</sup> | Grava :                        | 0.66 m <sup>3</sup> |
| Roca Pomez :       | 0.31  | Roca Pomez :                           | 0.34 Pie <sup>3</sup> | Roca Pomez :                   | 0.09 m <sup>3</sup> |

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 198131

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)**

PROYECTO : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
 PETICIONARIO : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 CANTERA : PILCOMAYO MUESTRA: 18% ROCA POMEZ  
 FECHA : Marzo - 2023

| CONCRETO: $f'_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup> |                      |                  |                   |                         |                       |                           |               |
|---|----------------------|------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| CARACTERIST.                              | PESO ESPECIFICO K/M3 | MODULO DE FINEZA | HUMEDAD NATURAL % | PORCENTAJE DE ABSORCION | PESO SECO SUELTO K/M3 | PESO SECO COMPACTADO K/M3 | TAMAÑO MAXIMO |
| CEMENTO                                   | 3150.00              | --               | --                | --                      | 3.15                  |                           |               |
| AGREG. FINO                               | 2560.00              | 2.87             | 3.70              | 1.77                    | 1436.06               | 1674.11                   |               |
| AGREG. GRUESO                             | 2710.00              | 6.61             | 1.23              | 0.79                    | 1278.78               | 1467.93                   | 3/4"          |

VALORES DE DISEÑO

|   |                       |                     |                       |
|---|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1) $f'_c$ Kg/cm <sup>2</sup> :          | 295                   | 6) RELACION DE A/C: | 0.557                 |
| 2) ASENTAMIENTO:                        | 2" a 4"               | 7) AGUA             | 205 L.T.              |
| 3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:               | 3/4"                  |                     |                       |
| 4) CON AIRE INCORPORADO                 | N                     |                     |                       |
| 5) VOL. DE AGREG. GRUESO:               | 0.638                 |                     |                       |
| % DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO: |                       |                     |                       |
| FACTOR CEMENTO:                         | 368 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:              | 937 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| CANTIDAD DE AGREG. FINO:                | 800 Kg/m <sup>3</sup> |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:            | 0.117 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:               | 0.205 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:               | 0.020 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:         | 0.346 m <sup>3</sup>  | PASTA:              | 0.3418 m <sup>3</sup> |
| SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :          | 0.687 m <sup>3</sup>  | MORTERO:            | 0.6544 m <sup>3</sup> |
|   |                       | pasta agrega        | 0.2222 m <sup>3</sup> |
|   |                       |                     | 0.4468 m <sup>3</sup> |
| SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:          | 0.687 m <sup>3</sup>  |                     | 0.3570 m <sup>3</sup> |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:           | 0.313 m <sup>3</sup>  |                     |                       |
| TOTAL:                                  | 1.000 m <sup>3</sup>  |                     |                       |

| CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO |                       | COEFICIENTE DE APORTE POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO |                     |
|---------------------------------------|-----------------------|--|---------------------|
| CEMENTO:                              | 368 Kg/m <sup>3</sup> | CEMENTO:   | 8.7 Bolsas          |
| AGUA:                                 | 205 Lt/m <sup>3</sup> | AGUA:  | 185.4 Lt            |
| AGREGADO FINO:                        | 800 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO FINO:                                       | 0.56 m <sup>3</sup> |
| AGREGADO GRUESO:                      | 937 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO GRUESO:                                     | 0.73 m <sup>3</sup> |
| 2310                                  |                       |  |                     |

| CORRECCION POR HUMEDAD |                       | CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS  |                       |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| FINO HUM.:             | 860 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO FINO:                 | 1.93 %                |
| GRUESO HUM.:           | 966 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO GRUESO:               | 0.44 %                |
|                        |                       |                                | 15.44 Lt              |
|                        |                       |                                | 4.12 Lt               |
|                        |                       | VOLUMEN DE AGUA:               | 19.56 Lt              |
|                        |                       | AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.: | 185 Lt/m <sup>3</sup> |

| CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD |                          | VOLUMEN APARENTE EN PIE <sup>3</sup> |       |
|---|--------------------------|--------------------------------------|-------|
| CEMENTO:                                      | 368.04 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 8.7   |
| RANGO DE AGUA:                                | 185.44 Lt/m <sup>3</sup> |                                      | 21.41 |
| AGREG. FINO HUMEDO:                           | 860.19 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 19.20 |
| AGREG. GRUESO HUMEDO:                         | 966.03 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 24.2  |

| PROPORCION EN PESO |       | PROPORCION EN VOLUMEN PIE <sup>3</sup> |       | DOSIFICACION EN m <sup>3</sup> |              |      |                |
|--------------------|-------|--|-------|--------------------------------|--------------|------|----------------|
| Cemento :          | 1     | Cemento :                              | 1     | Bolsas                         | Cemento :    | 8.7  | Bolsas         |
| Agua :             | 0.504 | Agua :                                 | 21.41 | L                              | Agua :       | 0.19 | m <sup>3</sup> |
| Arena :            | 2.337 | Arena :                                | 2.22  | Pie <sup>3</sup>               | Arena :      | 0.60 | m <sup>3</sup> |
| Grava :            | 2.15  | Grava :                                | 2.29  | Pie <sup>3</sup>               | Grava :      | 0.62 | m <sup>3</sup> |
| Roca Pomez :       | 0.47  | Roca Pomez :                           | 0.50  | Pie <sup>3</sup>               | Roca Pomez : | 0.14 | m <sup>3</sup> |

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131  
RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE

- + LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- + TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- + EJECUCIÓN DE OBRAS
- + CONSULTORIA DE PROYECTOS
- + COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- + VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- + CAPACITACIONES

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI - 211)**

PROYECTO : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
 PETICIONARIO : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 CANTERA : PILCOMAYO MUESTRA: 22% ROCA POMEZ  
 FECHA : Marzo - 2023

| CONCRETO:                      |                      |                  |                   |                         |                       |                           |               |
|--------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| $f_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup> |                      |                  |                   |                         |                       |                           |               |
| CARACTERIST.                   | PESO ESPECIFICO K/M3 | MODULO DE FINEZA | HUMEDAD NATURAL % | PORCENTAJE DE ABSORCION | PESO SECO SUELTO K/M3 | PESO SECO COMPACTADO K/M3 | TAMAÑO MAXIMO |
| CEMENTO                        | 3150.00              | --               | --                | --                      | 3.15                  |                           |               |
| AGREG. FINO                    | 2560.00              | 2.87             | 3.70              | 1.77                    | 1436.06               | 1674.11                   |               |
| AGREG. GRUESO                  | 2710.00              | 6.61             | 1.23              | 0.79                    | 1278.78               | 1467.93                   | 3/4"          |

**VALORES DE DISEÑO**

|   |                       |                     |         |
|---|-----------------------|---------------------|---------|
| 1) $f_{cr}$ Kg/cm <sup>2</sup> :        | 295                   | 6) RELACION DE A/C: | 0.557   |
| 2) ASENTAMIENTO:                        | 2" a 4"               | 7) AGUA             | 205 LT. |
| 3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:               | 3/4"                  |                     |         |
| 4) CON AIRE INCORPORADO                 | N                     |                     |         |
| 5) VOL. DE AGREG. GRUESO:               | 0.638                 |                     |         |
| % DE ADITIVOS EN BASE PESO DEL CEMENTO: |                       |                     |         |
| FACTOR CEMENTO:                         | 368 Kg/m <sup>3</sup> |                     |         |
| CANTIDAD DE AGREG. GRUESO:              | 937 Kg/m <sup>3</sup> |                     |         |
| CANTIDAD DE AGREG. FINO:                | 800 Kg/m <sup>3</sup> |                     |         |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO:            | 0.117 m <sup>3</sup>  |                     |         |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA:               | 0.205 m <sup>3</sup>  |                     |         |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE:               | 0.020 m <sup>3</sup>  |                     |         |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO:         | 0.346 m <sup>3</sup>  |                     |         |
| SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. :          | 0.687 m <sup>3</sup>  |                     |         |
| SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO:          | 0.687 m <sup>3</sup>  |                     |         |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO:           | 0.313 m <sup>3</sup>  |                     |         |
| TOTAL:                                  | 1.000                 |                     |         |

| PASTA:   |        |                |
|----------|--------|----------------|
| MORTERO: | 0.3418 | m <sup>3</sup> |
|          | 0.6544 | m <sup>3</sup> |
|          | 0.2222 |                |
|          | 0.4468 |                |
|          | 0.3570 |                |

| CANTIDAD DE MATERIALES EN ESTADO SECO |                       | COEFICIENTE DE APORTE POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO |                     |
|---------------------------------------|-----------------------|--|---------------------|
| CEMENTO:                              | 368 Kg/m <sup>3</sup> | CEMENTO:   | 8.7 Bolsas          |
| AGUA:                                 | 205 Lt/m <sup>3</sup> | AGUA:  | 185.4 Lt            |
| AGREGADO FINO:                        | 800 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO FINO:                                       | 0.56 m <sup>3</sup> |
| AGREGADO GRUESO:                      | 937 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO GRUESO:                                     | 0.73 m <sup>3</sup> |
| 2310                                  |                       |  |                     |

| CORRECCION POR HUMEDAD |                       | CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS  |                       |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| FINO HUM.:             | 860 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO FINO:                 | 1.93 %                |
| GRUESO HUM.:           | 966 Kg/m <sup>3</sup> | AGREGADO GRUESO:               | 0.44 %                |
|                        |                       | VOLUMEN DE AGUA:               | 19.56 Lt              |
|                        |                       | AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.: | 185 Lt/m <sup>3</sup> |

| CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR HUMEDAD |                          | VOLUMEN APARENTE EN PIE <sup>3</sup> |       |
|---|--------------------------|--------------------------------------|-------|
| CEMENTO:                                      | 368.04 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 8.7   |
| RANGO DE AGUA:                                | 185.44 Lt/m <sup>3</sup> |                                      | 21.41 |
| AGREG. FINO HUMEDO:                           | 860.19 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 19.20 |
| AGREG. GRUESO HUMEDO:                         | 966.03 Kg/m <sup>3</sup> |                                      | 24.2  |

| PROPORCION EN PESO |       | PROPORCION EN VOLUMEN PIE <sup>3</sup> |       | DOSIFICACION EN m <sup>3</sup> |              |      |                |
|--------------------|-------|--|-------|--------------------------------|--------------|------|----------------|
| Cemento :          | 1     | Cemento :                              | 1     | Bolsas                         | Cemento :    | 8.7  | Bolsas         |
| Agua :             | 0.504 | Agua :                                 | 21.41 | L                              | Agua :       | 0.19 | m <sup>3</sup> |
| Arena :            | 2.337 | Arena :                                | 2.22  | Pie <sup>3</sup>               | Arena :      | 0.60 | m <sup>3</sup> |
| Grava :            | 2.047 | Grava :                                | 2.18  | Pie <sup>3</sup>               | Grava :      | 0.59 | m <sup>3</sup> |
| Roca Pomez :       | 0.58  | Roca Pomez :                           | 0.62  | Pie <sup>3</sup>               | Roca Pomez : | 0.17 | m <sup>3</sup> |

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com



**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 120131  
RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



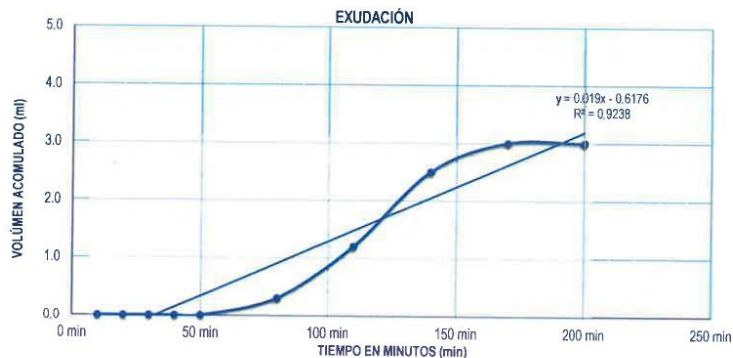
SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Codigo de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : CONCRETO CONVENCIONAL  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 01 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
NTP 339.077

| Medición | ΔT (min) | ΔT acum | Δ Vol. (ml) | Δ Vol. Acum | Velocidad de exudación (ml/min) |
|----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|
| 01       | 10 min   | 10 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 02       | 10 min   | 20 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 03       | 10 min   | 30 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 04       | 10 min   | 40 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 05       | 10 min   | 50 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 06       | 30 min   | 80 min  | 0.3         | 0.3         | 0.01                            |
| 07       | 30 min   | 110 min | 0.9         | 1.2         | 0.03                            |
| 08       | 30 min   | 140 min | 1.3         | 2.5         | 0.04                            |
| 09       | 30 min   | 170 min | 0.5         | 3.0         | 0.02                            |
| 10       | 30 min   | 200 min | 0.0         | 3.0         | 0.00                            |



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

| Componentes     | Tanda     |
|-----------------|-----------|
| Cemento         | 42.50 kg  |
| Agregado Fino   | 94.73 kg  |
| Agregado Grueso | 116.17 kg |
| Agua            | 21.5 lts  |

OBSERVACIONES

\* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.  
 \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

*Luis Camarra Espinoza*  
  
 Luis Camarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181

Pje. Grau N° 211, Chilca – Huancayo

965287894 / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede  
 consultar en: [idecontrapruebas@ortia.com](http://idecontrapruebas@ortia.com)



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|                          |   |                           |                         |
|--------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| <b>Proyecto</b>          | : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO" | <b>Cantera</b>            | : PILCOMAYO             |
| <b>Peticionario</b>      | : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | <b>Clase de material</b>  | : CONCRETO CONVENCIONAL |
| <b>Ubicación</b>         | : HUANCAYO - JUNIN  | <b>Ensayado por</b>       | : Y.Z.L.Z.              |
| <b>Estructura</b>        | : VARIOS  | <b>Fecha de recepción</b> | : Abril - 2023          |
| <b>Expediente N°</b>     | : EXP-051-IDC-2023  | <b>Fecha de emisión</b>   | : Junio - 2023          |
| <b>Código de formato</b> | : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  | <b>Página</b>             | : 02 de 04              |

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077**

**a. Exudación por unidad de área**

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ el\ concreto}$$

|   |                    |
|---|--------------------|
| Molde N°  | A                  |
| Volumen del molde (cm3)                                 | 2805               |
| Capas N°  | 3                  |
| N° de golpes  | 25                 |
| Masa del molde (kg)                                     | 2.288              |
| Masa del molde + la muestra (kg)                        | 8.853              |
| Masa de la muestra (kg)                                 | 6.565              |
| Diametro promedio (cm)                                  | 15.85              |
| Área expuesta del concreto (cm2)                        | 197.31             |
| <b>Volumen de agua exudada por unidad de superficie</b> | <b>0.02 ml/cm2</b> |

**Exudación = 0.02 ml/cm2**

**b. Exudación en porcentaje**

$$Exudación\ (%) = \left( \frac{Volumen\ total\ exudado}{Volumen\ de\ agua\ de\ mezcla\ en\ molde} \right) \times 100$$

$$Vol.\ agua\ en\ molde = \left( \frac{Peso\ del\ concreto\ en\ molde}{Peso\ total\ de\ la\ tanda} \right) \times Peso\ de\ agua\ en\ tanda$$

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Vol. Total exudado = | 3.00 ml   |
| Vol. Agua en molde = | 513.45 ml |

**Exudación = 0.58%**

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

  
**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131







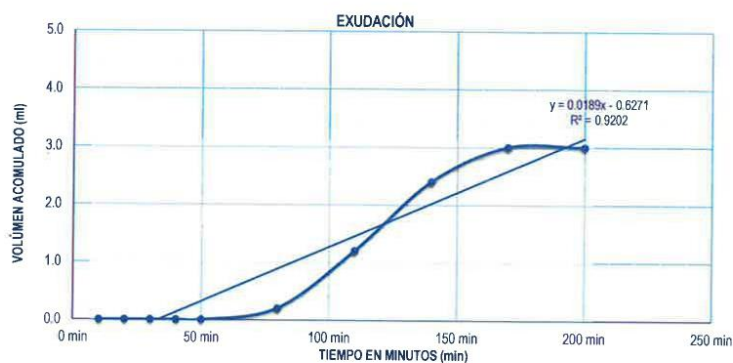
SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|                          |   |                           |                         |
|--------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| <b>Proyecto</b>          | : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO" | <b>Cantera</b>            | : PILCOMAYO             |
| <b>Peticionario</b>      | : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | <b>Clase de material</b>  | : CONCRETO CONVENCIONAL |
| <b>Ubicación</b>         | : HUANCAYO - JUNÍN  | <b>Ensayado por</b>       | : Y.Z.L.Z.              |
| <b>Estructura</b>        | : VARIOS  | <b>Fecha de recepción</b> | : Abril - 2023          |
| <b>Expediente N°</b>     | : EXP-051-IDC-2023  | <b>Fecha de emisión</b>   | : Junio - 2023          |
| <b>Codigo de formato</b> | : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  | <b>Página</b>             | : 03 de 04              |

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077**

| Medición | ΔT (min) | ΔT acum | Δ Vol. (ml) | Δ Vol. Acum | Velocidad de exudación (ml/min) |
|----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|
| 01       | 10 min   | 10 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 02       | 10 min   | 20 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 03       | 10 min   | 30 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 04       | 10 min   | 40 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 05       | 10 min   | 50 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 06       | 30 min   | 80 min  | 0.2         | 0.2         | 0.01                            |
| 07       | 30 min   | 110 min | 1.0         | 1.2         | 0.03                            |
| 08       | 30 min   | 140 min | 1.2         | 2.4         | 0.04                            |
| 09       | 30 min   | 170 min | 0.6         | 3.0         | 0.02                            |
| 10       | 30 min   | 200 min | 0.0         | 3.0         | 0.00                            |



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

| Componentes     | Tanda     |
|-----------------|-----------|
| Cemento         | 42.50 kg  |
| Agregado Fino   | 94.73 kg  |
| Agregado Grueso | 116.17 kg |
| Agua            | 21.50 kg  |

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIF 190131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gamma.com



Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
 Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : VARIOS  
 Expediente N° : EXP-051-IDC-2023  
 Código de formato : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  
 Cantera : PILCOMAYO  
 Clase de material : CONCRETO CONVENCIONAL  
 Ensayado por : Y.Z.L.Z.  
 Fecha de recepción : Abril - 2023  
 Fecha de emisión : Junio - 2023  
 Página : 04 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077**

**a. Exudación por unidad de área**

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ el\ concreto}$$

|   |                    |
|---|--------------------|
| Molde N°  | B                  |
| Volumen del molde (cm3)                                 | 2809               |
| Capas N°  | 3                  |
| N° de golpes  | 25                 |
| Masa del molde (kg)                                     | 2.260              |
| Masa del molde + la muestra (kg)                        | 8.812              |
| Masa de la muestra (kg)                                 | 6.552              |
| Diametro promedio (cm)                                  | 15.85              |
| Área expuesta del concreto (cm2)                        | 197.31             |
| <b>Volumen de agua exudada por unidad de superficie</b> | <b>0.02 ml/cm2</b> |

**Exudación = 0.02 ml/cm2**

**b. Exudación en porcentaje**

$$Exudación (\%) = \left( \frac{Volumen\ total\ exudado}{Volumen\ de\ agua\ de\ mezcla\ en\ molde} \right) \times 100$$

$$Vol.\ agua\ en\ molde = \left( \frac{Peso\ del\ concreto\ en\ molde}{Peso\ total\ de\ la\ tanda} \right) \times Peso\ de\ agua\ en\ tanda$$

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Vol. Total exudado = | 3.00 ml   |
| Vol. Agua en molde = | 512.43 ml |

**Exudación = 0.59%**

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN

**Estructura** : VARIOS

**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023

**Codigo de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05

**Cantera** : PILCOMAYO

**Clase de material** : 12% Roca Pomez

**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.

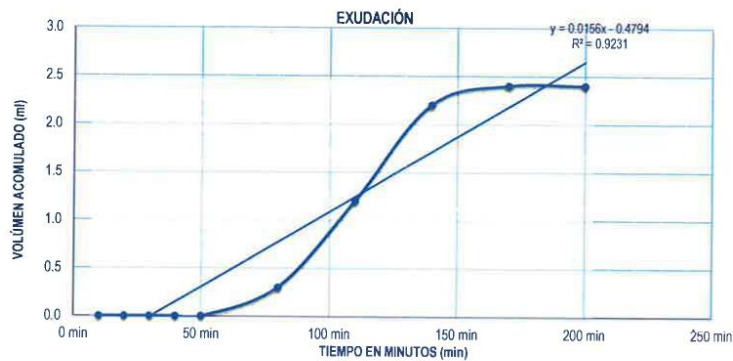
**Fecha de recepción** : Abril - 2023

**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**Página** : 01 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
**NTP 339.077**

| Medición | ΔT (min) | ΔT acum | Δ Vol. (ml) | Δ Vol. Acum | Velocidad de exudación (ml/min) |
|----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|
| 01       | 10 min   | 10 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 02       | 10 min   | 20 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 03       | 10 min   | 30 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 04       | 10 min   | 40 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 05       | 10 min   | 50 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 06       | 30 min   | 80 min  | 0.3         | 0.3         | 0.01                            |
| 07       | 30 min   | 110 min | 0.9         | 1.2         | 0.03                            |
| 08       | 30 min   | 140 min | 1.0         | 2.2         | 0.03                            |
| 09       | 30 min   | 170 min | 0.2         | 2.4         | 0.01                            |
| 10       | 30 min   | 200 min | 0.0         | 2.4         | 0.00                            |



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

| Componentes     | Tanda     |
|-----------------|-----------|
| Cemento         | 42.50 kg  |
| Agregado Fino   | 94.73 kg  |
| Agregado Grueso | 102.23 kg |
| Agua            | 19.3 lts  |
| 12% Roca Pomez  | 13.94 kg  |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

*Luís Gamarra Espinoza*  
Luís Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 198181

Pje. Grau N° 211, Chilca – Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 12% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 02 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077**

**a. Exudación por unidad de área**

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta del concreto}}$$

|   |                    |
|---|--------------------|
| Molde N°  | A                  |
| Volumen del molde (cm3)                                 | 2805               |
| Capas N°  | 3                  |
| N° de golpes  | 25                 |
| Masa del molde (kg)                                     | 2.288              |
| Masa del molde + la muestra (kg)                        | 8.297              |
| Masa de la muestra (kg)                                 | 6.009              |
| Diametro promedio (cm)                                  | 15.85              |
| Área expuesta del concreto (cm2)                        | 197.31             |
| <b>Volumen de agua exudada por unidad de superficie</b> | <b>0.01 ml/cm2</b> |

**Exudación = 0.01 ml/cm2**

**b. Exudación en porcentaje**

$$\text{Exudación (\%)} = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de mezcla en molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left( \frac{\text{Peso del concreto en molde}}{\text{Peso total de la tanda}} \right) \times \text{Peso de agua en tanda}$$

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Vol. Total exudado = | 2.40 ml   |
| Vol. Agua en molde = | 449.05 ml |

**Exudación = 0.53%**

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161





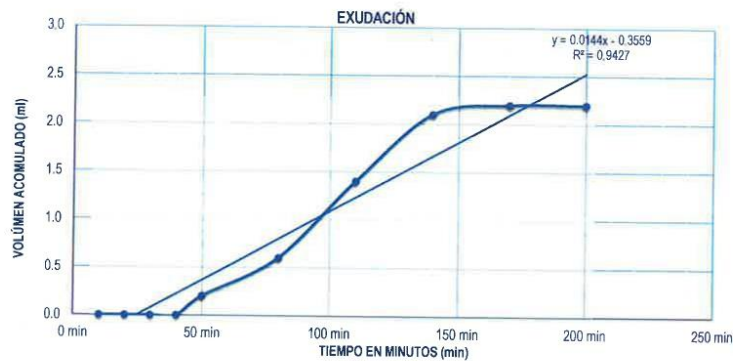
SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Codigo de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 12% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 03 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
NTP 339.077

| Medición | ΔT (min) | ΔT acum | Δ Vol. (ml) | Δ Vol. Acum | Velocidad de exudación (ml/min) |
|----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|
| 01       | 10 min   | 10 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 02       | 10 min   | 20 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 03       | 10 min   | 30 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 04       | 10 min   | 40 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 05       | 10 min   | 50 min  | 0.2         | 0.2         | 0.02                            |
| 06       | 30 min   | 80 min  | 0.4         | 0.6         | 0.01                            |
| 07       | 30 min   | 110 min | 0.8         | 1.4         | 0.03                            |
| 08       | 30 min   | 140 min | 0.7         | 2.1         | 0.02                            |
| 09       | 30 min   | 170 min | 0.1         | 2.2         | 0.00                            |
| 10       | 30 min   | 200 min | 0.0         | 2.2         | 0.00                            |



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

| Componentes     | Tanda     |
|-----------------|-----------|
| Cemento         | 42.50 kg  |
| Agregado Fino   | 94.73 kg  |
| Agregado Grueso | 102.23 kg |
| Agua            | 19.3 lts  |
| 12% Roca Pomez  | 13.94 kg  |

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-051-IDC-2023

Código de formato : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : 12% Roca Pomez

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

Fecha de recepción : Abril - 2023

Fecha de emisión : Junio - 2023

Página : 04 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077**

**a. Exudación por unidad de área**

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta del concreto}}$$

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Molde N°  | B                             |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )                    | 2809                          |
| Capas N°  | 3                             |
| N° de golpes  | 25                            |
| Masa del molde (kg)                                     | 2.260                         |
| Masa del molde + la muestra (kg)                        | 8.315                         |
| Masa de la muestra (kg)                                 | 6.055                         |
| Diametro promedio (cm)                                  | 15.85                         |
| Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )           | 197.31                        |
| <b>Volumen de agua exudada por unidad de superficie</b> | <b>0.01 ml/cm<sup>2</sup></b> |

**Exudación = 0.01 ml/cm<sup>2</sup>**

**b. Exudación en porcentaje**

$$\text{Exudación (\%)} = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de mezcla en molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left( \frac{\text{Peso del concreto en molde}}{\text{Peso total de la tanda}} \right) \times \text{Peso de agua en tanda}$$

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Vol. Total exudado = | 2.20 ml   |
| Vol. Agua en molde = | 452.49 ml |

**Exudación = 0.49%**

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181





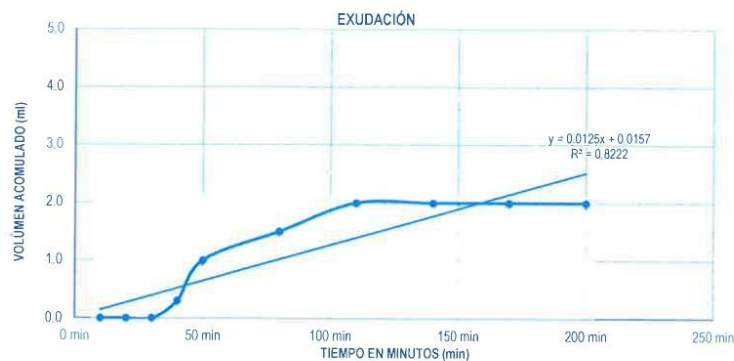
SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Codigo de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 18% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 01 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
NTP 339.077

| Medición | ΔT (min) | ΔT acum | Δ Vol. (ml) | Δ Vol. Acum | Velocidad de exudación (ml/min) |
|----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|
| 01       | 10 min   | 10 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 02       | 10 min   | 20 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 03       | 10 min   | 30 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 04       | 10 min   | 40 min  | 0.3         | 0.3         | 0.03                            |
| 05       | 10 min   | 50 min  | 0.7         | 1.0         | 0.07                            |
| 06       | 30 min   | 80 min  | 0.5         | 1.5         | 0.02                            |
| 07       | 30 min   | 110 min | 0.5         | 2.0         | 0.02                            |
| 08       | 30 min   | 140 min | 0.0         | 2.0         | 0.00                            |
| 09       | 30 min   | 170 min | 0.0         | 2.0         | 0.00                            |
| 10       | 30 min   | 200 min | 0.0         | 2.0         | 0.00                            |



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

| Componentes     | Tanda    |
|-----------------|----------|
| Cemento         | 42.50 kg |
| Agregado Fino   | 94.73 kg |
| Agregado Grueso | 95.26 kg |
| Agua            | 19.3 lts |
| 18% Roca Pomez  | 20.91 kg |

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|                          |   |                           |                  |
|--------------------------|---|---------------------------|------------------|
| <b>Proyecto</b>          | : TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO" | <b>Cantera</b>            | : PILCOMAYO      |
| <b>Peticionario</b>      | : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | <b>Clase de material</b>  | : 18% Roca Pomez |
| <b>Ubicación</b>         | : HUANCAYO - JUNIN  | <b>Ensayado por</b>       | : Y Z L Z        |
| <b>Estructura</b>        | : VARIOS  | <b>Fecha de recepción</b> | : Abril - 2023   |
| <b>Expediente N°</b>     | : EXP-051-IDC-2023  | <b>Fecha de emisión</b>   | : Junio - 2023   |
| <b>Código de formato</b> | : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  | <b>Página</b>             | : 02 de 04       |

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
**NTP 339.077**

**a. Exudación por unidad de área**

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ el\ concreto}$$

|   |                    |
|---|--------------------|
| Molde N°  | A                  |
| Volumen del molde (cm3)                                 | 2805               |
| Capas N°  | 3                  |
| N° de golpes  | 25                 |
| Masa del molde (kg)                                     | 2.288              |
| Masa del molde + la muestra (kg)                        | 8.192              |
| Masa de la muestra (kg)                                 | 5.904              |
| Diametro promedio (cm)                                  | 15.85              |
| Área expuesta del concreto (cm2)                        | 197.31             |
| <b>Volumen de agua exudada por unidad de superficie</b> | <b>0.01 ml/cm2</b> |

|           |   |             |
|-----------|---|-------------|
| Exudación | = | 0.01 ml/cm2 |
|-----------|---|-------------|

**b. Exudación en porcentaje**

$$Exudación\ (%) = \left( \frac{Volumen\ total\ exudado}{Volumen\ de\ agua\ de\ mezcla\ en\ molde} \right) \times 100$$

$$Vol.\ agua\ en\ molde = \left( \frac{Peso\ del\ concreto\ en\ molde}{Peso\ total\ de\ la\ tanda} \right) \times Peso\ de\ agua\ en\ tanda$$

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Vol. Total exudado = | 2.00 ml   |
| Vol. Agua en molde = | 453.41 ml |

|           |   |       |
|-----------|---|-------|
| Exudación | = | 0.44% |
|-----------|---|-------|

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198151





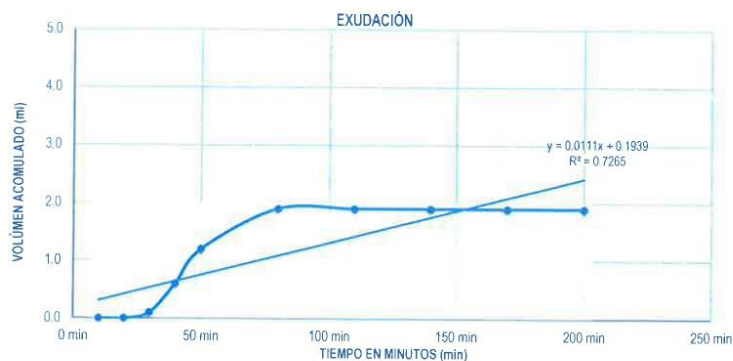
SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 18% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 03 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
NTP 339.077

| Medición | ΔT (min) | ΔT acum | Δ Vol. (ml) | Δ Vol. Acum | Velocidad de exudación (ml/min) |
|----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|
| 01       | 10 min   | 10 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 02       | 10 min   | 20 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 03       | 10 min   | 30 min  | 0.1         | 0.1         | 0.01                            |
| 04       | 10 min   | 40 min  | 0.5         | 0.6         | 0.05                            |
| 05       | 10 min   | 50 min  | 0.6         | 1.2         | 0.06                            |
| 06       | 30 min   | 80 min  | 0.7         | 1.9         | 0.02                            |
| 07       | 30 min   | 110 min | 0.0         | 1.9         | 0.00                            |
| 08       | 30 min   | 140 min | 0.0         | 1.9         | 0.00                            |
| 09       | 30 min   | 170 min | 0.0         | 1.9         | 0.00                            |
| 10       | 30 min   | 200 min | 0.0         | 1.9         | 0.00                            |



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

| Componentes     | Tanda    |
|-----------------|----------|
| Cemento         | 42.50 kg |
| Agregado Fino   | 94.73 kg |
| Agregado Grueso | 95.26 kg |
| Agua            | 19.3 lts |
| 18% Roca Pomez  | 20.91 kg |



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 18% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 04 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077**

**a. Exudación por unidad de área**

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ al\ concreto}$$

|   |                    |
|---|--------------------|
| Molde N°  | B                  |
| Volumen del molde (cm3)                                 | 2809               |
| Capas N°  | 3                  |
| N° de golpes  | 25                 |
| Masa del molde (kg)                                     | 2.260              |
| Masa del molde + la muestra (kg)                        | 8.026              |
| Masa de la muestra (kg)                                 | 5.766              |
| Diametro promedio (cm)                                  | 15.85              |
| Área expuesta del concreto (cm2)                        | 197.31             |
| <b>Volumen de agua exudada por unidad de superficie</b> | <b>0.01 ml/cm2</b> |

**Exudación = 0.01 ml/cm2**

**b. Exudación en porcentaje**

$$Exudación (\%) = \left( \frac{Volumen\ total\ exudado}{Volumen\ de\ agua\ de\ mezcla\ en\ molde} \right) \times 100$$

1.95

$$Vol.\ agua\ en\ molde = \left( \frac{Peso\ del\ concreto\ en\ molde}{Peso\ total\ de\ la\ tanda} \right) \times Peso\ de\ agua\ en\ tanda$$

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Vol. Total exudado = | 1.90 ml   |
| Vol. Agua en molde = | 442.82 ml |

**Exudación = 0.43%**

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 130.131





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-051-IDC-2023

Codigo de formato : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : 22% Roca Pomez

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

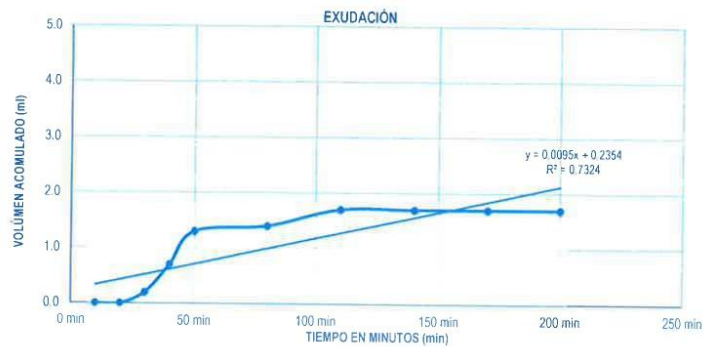
Fecha de recepción : Abril - 2023

Fecha de emisión : Junio - 2023

Página : 01 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
NTP 339.077

| Medición | ΔT (min) | ΔT acum | Δ Vol. (ml) | Δ Vol. Acum | Velocidad de exudación (ml/min) |
|----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|
| 01       | 10 min   | 10 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 02       | 10 min   | 20 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 03       | 10 min   | 30 min  | 0.2         | 0.2         | 0.02                            |
| 04       | 10 min   | 40 min  | 0.5         | 0.7         | 0.05                            |
| 05       | 10 min   | 50 min  | 0.6         | 1.3         | 0.06                            |
| 06       | 30 min   | 80 min  | 0.1         | 1.4         | 0.00                            |
| 07       | 30 min   | 110 min | 0.3         | 1.7         | 0.01                            |
| 08       | 30 min   | 140 min | 0.0         | 1.7         | 0.00                            |
| 09       | 30 min   | 170 min | 0.0         | 1.7         | 0.00                            |
| 10       | 30 min   | 200 min | 0.0         | 1.7         | 0.00                            |



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

| Componentes     | Tanda    |
|-----------------|----------|
| Cemento         | 42.50 kg |
| Agregado Fino   | 94.73 kg |
| Agregado Grueso | 90.61 kg |
| Agua            | 19.3 lts |
| 22% Roca Pomez  | 25.56 kg |

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIF 136131

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-051-IDC-2023

Codigo de formato : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : 22% Roca Pomez

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

Fecha de recepción : Abril - 2023

Fecha de emisión : Junio - 2023

Página : 02 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
NTP 339.077

a. Exudación por unidad de área

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ al\ concreto}$$

|   |                    |
|---|--------------------|
| Molde N°  | A                  |
| Volumen del molde (cm3)                                 | 2805               |
| Capas N°  | 3                  |
| N° de golpes  | 25                 |
| Masa del molde (kg)                                     | 2.288              |
| Masa del molde + la muestra (kg)                        | 7.991              |
| Masa de la muestra (kg)                                 | 5.703              |
| Diametro promedio (cm)                                  | 15.85              |
| Área expuesta del concreto (cm2)                        | 197.31             |
| <b>Volumen de agua exudada por unidad de superficie</b> | <b>0.01 ml/cm2</b> |

Exudación = 0.01 ml/cm2

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación (\%) = \left( \frac{Volumen\ total\ exudado}{Volumen\ de\ agua\ de\ mezcla\ en\ molde} \right) \times 100$$

$$Vol.\ agua\ en\ molde = \left( \frac{Peso\ del\ concreto\ en\ molde}{Peso\ total\ de\ la\ tanda} \right) \times Peso\ de\ agua\ en\ tanda$$

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Vol. Total exudado = | 1.70 ml   |
| Vol. Agua en molde = | 446.22 ml |

Exudación = 0.38%


OBSERVACIONES

\* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

\* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

\* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198 161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



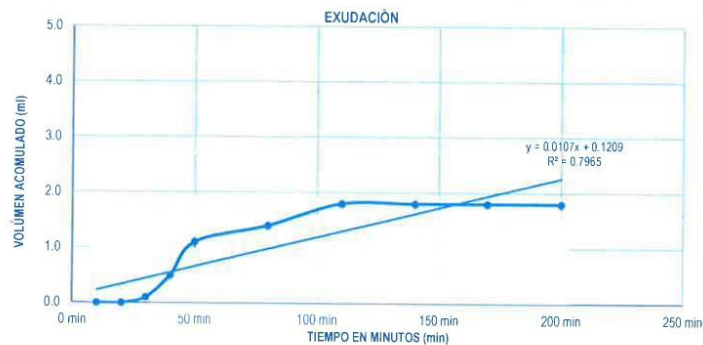
SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|                   |   |                    |                  |
|-------------------|---|--------------------|------------------|
| Proyecto          | : TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO" | Cantera            | : PILCOMAYO      |
| Peticionario      | : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | Clase de material  | : 22% Roca Pomez |
| Ubicación         | : HUANCAYO - JUNIN  | Ensayado por       | : Y.Z.L.Z        |
| Estructura        | : VARIOS  | Fecha de recepción | : Abril - 2023   |
| Expediente N°     | : EXP-051-IDC-2023  | Fecha de emisión   | : Junio - 2023   |
| Codigo de formato | : C-F-EX-EX01/Rev 01/2023-05  | Página             | : 03 de 04       |

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
NTP 339.077

| Medición | ΔT (min) | ΔT acum | Δ Vol. (ml) | Δ Vol. Acum | Velocidad de exudación (ml/min) |
|----------|----------|---------|-------------|-------------|---------------------------------|
| 01       | 10 min   | 10 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 02       | 10 min   | 20 min  | 0.0         | 0.0         | 0.00                            |
| 03       | 10 min   | 30 min  | 0.1         | 0.1         | 0.01                            |
| 04       | 10 min   | 40 min  | 0.4         | 0.5         | 0.04                            |
| 05       | 10 min   | 50 min  | 0.6         | 1.1         | 0.06                            |
| 06       | 30 min   | 80 min  | 0.3         | 1.4         | 0.01                            |
| 07       | 30 min   | 110 min | 0.4         | 1.8         | 0.01                            |
| 08       | 30 min   | 140 min | 0.0         | 1.8         | 0.00                            |
| 09       | 30 min   | 170 min | 0.0         | 1.8         | 0.00                            |
| 10       | 30 min   | 200 min | 0.0         | 1.8         | 0.00                            |



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

| Componentes     | Tanda    |
|-----------------|----------|
| Cemento         | 42.50 kg |
| Agregado Fino   | 94.73 kg |
| Agregado Grueso | 90.61 kg |
| Agua            | 19.3 lts |
| 22% Roca Pomez  | 25.56 kg |

*David Gamarra Espinoza*  
David Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 22% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y. Z. L. Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 04 de 04

**EXUDACIÓN DEL CONCRETO**  
**NTP 339.077**

**a. Exudación por unidad de área**

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta del concreto}}$$

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Molde N°  | B                             |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )                    | 2809                          |
| Capas N°  | 3                             |
| N° de golpes  | 25                            |
| Masa del molde (kg)                                     | 2.260                         |
| Masa del molde + la muestra (kg)                        | 7.917                         |
| Masa de la muestra (kg)                                 | 5.657                         |
| Díametro promedio (cm)                                  | 15.85                         |
| Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )           | 197.31                        |
| <b>Volumen de agua exudada por unidad de superficie</b> | <b>0.01 ml/cm<sup>2</sup></b> |

Exudación = 0.01 ml/cm<sup>2</sup>

**b. Exudación en porcentaje**

$$\text{Exudación (\%)} = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de mezcla en molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left( \frac{\text{Peso del concreto en molde}}{\text{Peso total de la tanda}} \right) \times \text{Peso de agua en tanda}$$

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Vol. Total exudado = | 1.80 ml   |
| Vol. Agua en molde = | 442.62 ml |

Exudación = 0.41%

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-051-IDC-2023

Codigo de formato : C-F-AS-EX01/Rev.01/2023-05

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : CONCRETO

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

Fecha de recepción : Abril - 2023

Fecha de emisión : Junio - 2023

Página : 01 de 01

**CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLA DE CONCRETO FRESCO,  
POR EL METODO DE PRESIÓN - NTP 339.083**

Muestra: Convencional

| Ítem                              | M-01   | M-02   | M-03   |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Volumen O.W. (cm <sup>3</sup> )   | 6864   | 6864   | 6864   |
| Masa de la O.W. (gr)              | 3510   | 3510   | 3510   |
| Tipo de medidor                   | Tipo B | Tipo B | Tipo B |
| Contenido de aire (%)             | 1.30%  | 1.40%  | 1.35%  |
| Promedio de contenido de aire (%) | 1.35%  |        |        |

Muestra: 12% ROCA POMEZ

| Ítem                              | M-01   | M-02   | M-03   |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Volumen O.W. (cm <sup>3</sup> )   | 6864   | 6864   | 6864   |
| Masa de la O.W. (gr)              | 3510   | 3510   | 3510   |
| Tipo de medidor                   | Tipo B | Tipo B | Tipo B |
| Contenido de aire (%)             | 1.40%  | 1.60%  | 1.55%  |
| Promedio de contenido de aire (%) | 1.52%  |        |        |

Muestra: 18% ROCA POMEZ

| Ítem                              | M-01   | M-02   | M-03   |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Volumen O.W. (cm <sup>3</sup> )   | 6864   | 6864   | 6864   |
| Masa de la O.W. (gr)              | 3510   | 3510   | 3510   |
| Tipo de medidor                   | Tipo B | Tipo B | Tipo B |
| Contenido de aire (%)             | 1.70%  | 2.00%  | 1.80%  |
| Promedio de contenido de aire (%) | 1.83%  |        |        |

Muestra: 22% ROCA POMEZ

| Ítem                              | M-01   | M-02   | M-03   |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Volumen O.W. (cm <sup>3</sup> )   | 6864   | 6864   | 6864   |
| Masa de la O.W. (gr)              | 3510   | 3510   | 3510   |
| Tipo de medidor                   | Tipo B | Tipo B | Tipo B |
| Contenido de aire (%)             | 2.00%  | 2.10%  | 2.00%  |
| Promedio de contenido de aire (%) | 2.03%  |        |        |

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198191





SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato** : C-F-EX-EX01/Rev.01/2023-05

**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : CONCRETO  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 01 de 04

**TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO  
NTP 339.184**

Muestra: Convencional

| Ítem                                 | M-01     | M-02     | M-03     |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| Hora de mezclado                     | 12:00 PM | 12:00 PM | 12:00 PM |
| Temperatura ambiente                 | 12.3 °C  | 12.3 °C  | 12.3 °C  |
| Temperatura del concreto             | 20.1 °C  | 20.2 °C  | 20.1 °C  |
| Promedio de temperatura del concreto | 20.1 °C  |          |          |
| Humedad relativa en %                | 16.4 °C  | 16.8 °C  | 16.4 °C  |
| Promedio de humedad relativa en %    | 16.5 °C  |          |          |

Muestra: 12% Roca Pomez

| Ítem                                 | M-01     | M-02     | M-03     |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| Hora de mezclado                     | 10:10 AM | 10:10 AM | 10:10 AM |
| Temperatura ambiente                 | 11.2 °C  | 11.2 °C  | 11.2 °C  |
| Temperatura del concreto             | 20.5 °C  | 20.5 °C  | 20.8 °C  |
| Promedio de temperatura del concreto | 20.6 °C  |          |          |
| Humedad relativa en %                | 17.8 °C  | 17.8 °C  | 18.9 °C  |
| Promedio de humedad relativa en %    | 18.2 °C  |          |          |

Muestra: 18% Roca Pomez

| Ítem                                 | M-01     | M-02     | M-03     |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| Hora de mezclado                     | 11:50 AM | 11:50 AM | 11:50 AM |
| Temperatura ambiente                 | 11.0 °C  | 11.2 °C  | 11.5 °C  |
| Temperatura del concreto             | 18.7 °C  | 18.7 °C  | 18.6 °C  |
| Promedio de temperatura del concreto | 18.7 °C  |          |          |
| Humedad relativa en %                | 11.4 °C  | 11.4 °C  | 11.0 °C  |
| Promedio de humedad relativa en %    | 11.3 °C  |          |          |

Muestra: 22% Roca Pomez

| Ítem                                 | M-01     | M-02     | M-03     |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| Hora de mezclado                     | 11:30 AM | 11:30 AM | 11:30 AM |
| Temperatura ambiente                 | 12.3 °C  | 12.5 °C  | 12.4 °C  |
| Temperatura del concreto             | 20.3 °C  | 20.5 °C  | 20.3 °C  |
| Promedio de temperatura del concreto | 20.4 °C  |          |          |
| Humedad relativa en %                | 17.1 °C  | 17.8 °C  | 17.1 °C  |
| Promedio de humedad relativa en %    | 17.4 °C  |          |          |

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196131

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede  
comunicarse al: idecontrapruebas@gmail.com





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNIN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-051-IDC-2023

Codigo de formato : C-F-AS-EX01/Rev.01/2023-05

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : CONCRETO

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

Fecha de recepción : Abril - 2023

Fecha de emisión : Junio - 2023

Página : 01 de 01

**ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND  
NTP 339.035**

Muestra: Convencional

| Ítem                            | M-01     | M-02     | M-03     |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| Consistencia                    | Plástica | Plástica | Plástica |
| Asentamiento (pulg)             | 4.00 "   | 4.00 "   | 4.00 "   |
| Promedio de asentamiento (pulg) | 4 "      |          |          |
| Asentamiento (mm)               | 101.6 mm | 101.6 mm | 101.6 mm |
| Promedio de asentamiento (mm)   | 101.6 mm |          |          |

Muestra: 12% ROCA POMEZ

| Ítem                            | M-01    | M-02    | M-03    |
|---------------------------------|---------|---------|---------|
| Consistencia                    | Fluida  | Fluida  | Fluida  |
| Asentamiento (pulg)             | 3 3/4"  | 3 3/4"  | 3 3/4"  |
| Promedio de asentamiento (pulg) | 4 "     |         |         |
| Asentamiento (mm)               | 95.3 mm | 95.3 mm | 95.3 mm |
| Promedio de asentamiento (mm)   | 95.3 mm |         |         |

Muestra: 18% ROCA POMEZ

| Ítem                            | M-01    | M-02    | M-03    |
|---------------------------------|---------|---------|---------|
| Consistencia                    | Fluida  | Fluida  | Fluida  |
| Asentamiento (pulg)             | 3 1/2"  | 3 1/2"  | 3 1/2"  |
| Promedio de asentamiento (pulg) | 4 "     |         |         |
| Asentamiento (mm)               | 88.9 mm | 88.9 mm | 88.9 mm |
| Promedio de asentamiento (mm)   | 88.9 mm |         |         |

Muestra: 22% ROCA POMEZ

| Ítem                            | M-01    | M-02    | M-03    |
|---------------------------------|---------|---------|---------|
| Consistencia                    | Fluida  | Fluida  | Fluida  |
| Asentamiento (pulg)             | 3 1/2"  | 3 1/2"  | 3 1/2"  |
| Promedio de asentamiento (pulg) | 3 1/2"  |         |         |
| Asentamiento (mm)               | 88.9 mm | 88.9 mm | 88.9 mm |
| Promedio de asentamiento (mm)   | 88.9 mm |         |         |

  
Luis Gamarra Espino  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198151

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMERA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : CONVENCIONAL  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 01 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 01 T° Ambiente al inicio del ensayo : 15.1 °C  
 Hora de mezclado : 12:00 PM T° Ambiente al final del ensayo : 11.5 °C  
 Temperatura del concreto : 18.2 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 12:00          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:30          | 04:30          | 270 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 92.0            | 92.0                               | 6.5  |
| 17:30          | 05:30          | 330 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 88.0            | 176.0                              | 12.4   |
| 18:00          | 06:00          | 360 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 81.0            | 324.0                              | 22.8   |
| 18:30          | 06:30          | 390 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 73.0            | 730.0                              | 51.3   |
| 19:00          | 07:00          | 420 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 70.0            | 1400.0                             | 98.4   |
| 19:30          | 07:30          | 450 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 60.0            | 2400.0                             | 168.7  |



**TIEMPO:** Fraguado Inicial: 500 PSI Fraguado Final: 4000 PSI

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 PSI) | = | 367 min | = | 6.11 horas |
| Fragua final (4000 PSI)  | = | 494 min | = | 8.24 horas |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 196131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN

**Estructura** : VARIOS

**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023

**Codigo de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06

**Cantera** : PILCOMAYO

**Clase de material** : CONVENCIONAL

**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.

**Fecha de recepción** : Abril - 2023

**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**Página** : 02 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 02 T° Ambiente al inicio del ensayo : 15.1 °C  
 Hora de mezclado : 12:00 PM T° Ambiente al final del ensayo : 11.5 °C  
 Temperatura del concreto : 18.2 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Díametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 12:00          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:30          | 04:30          | 270 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 96.0            | 96.0                               | 6.7  |
| 17:30          | 05:30          | 330 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 87.0            | 174.0                              | 12.2   |
| 18:00          | 06:00          | 360 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 80.0            | 320.0                              | 22.5   |
| 18:30          | 06:30          | 390 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 75.0            | 750.0                              | 52.7   |
| 19:00          | 07:00          | 420 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 64.0            | 1280.0                             | 90.0   |
| 19:30          | 07:30          | 450 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 64.0            | 2560.0                             | 180.0  |



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 367 min | = | 6.11 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 494 min | = | 8.23 horas |

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

Página : 03 de 04

Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
 Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : VARIOS  
 Expediente N° : EXP-051-IDC-2023  
 Código de formato : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06  
 Cantera : PILCOMAYO  
 Clase de material : CONVENCIONAL  
 Ensayado por : Y.Z.L.Z.  
 Fecha de recepción : Abril - 2023  
 Fecha de emisión : Junio - 2023

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 03 T° Ambiente al inicio del ensayo : 15.1 °C  
 Hora de mezclado : 12:00 PM T° Ambiente al final del ensayo : 11.5 °C  
 Temperatura del concreto : 18.2 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 12:00          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:30          | 04:30          | 270 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 91.0            | 91.0                               | 6.4  |
| 17:30          | 05:30          | 330 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 99.0            | 198.0                              | 13.9   |
| 18:00          | 06:00          | 360 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 78.0            | 312.0                              | 21.9   |
| 18:30          | 06:30          | 390 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 75.0            | 750.0                              | 52.7   |
| 19:00          | 07:00          | 420 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 64.0            | 1280.0                             | 90.0   |
| 19:30          | 07:30          | 450 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 64.0            | 2560.0                             | 180.0  |



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 368 min | = | 6.13 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 496 min | = | 8.27 horas |

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 206106293612

Para verfi con la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN

**Estructura** : VARIOS

**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023

**Codigo de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06

**Cantera** : PILCOMAYO

**Clase de material** : CONVENCIONAL

**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.

**Fecha de recepción** : Abril - 2023

**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**Página** : 04 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Resumen del tiempo de fragua de mezcla de concreto en los especimenes ensayados:

**Molde 01**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 367 min | = | 6.11 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 494 min | = | 8.24 horas |

**Molde 02**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 367 min | = | 6.11 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 494 min | = | 8.23 horas |

**Molde 03**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 368 min | = | 6.13 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 496 min | = | 8.27 horas |

**Promedio**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua Inicial (500 psi) | = | 367 min | = | 6.12 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 495 min | = | 8.24 horas |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287896 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verifiicar la autenticidad puede comunicarse al: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN

**Estructura** : VARIOS

**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023

**Código de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06

**Cantera** : PILCOMAYO

**Clase de material** : 12% Roca Pomez

**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.

**Fecha de recepción** : Abril - 2023

**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**Página** : 01 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 01 T° Ambiente al inicio del ensayo : 15.5 °C  
 Hora de mezclado : 11:50 AM T° Ambiente al final del ensayo : 11.2 °C  
 Temperatura del concreto : 19.5 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 11:50          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:50          | 05:00          | 300 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 118.0           | 118.0                              | 8.3  |
| 17:20          | 05:30          | 330 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 99.0            | 198.0                              | 13.9   |
| 17:50          | 06:00          | 360 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 91.0            | 364.0                              | 25.6   |
| 18:20          | 06:30          | 390 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 86.0            | 860.0                              | 60.5   |
| 18:50          | 07:00          | 420 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 73.0            | 1460.0                             | 102.6  |
| 19:20          | 07:30          | 450 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 69.0            | 2760.0                             | 194.0  |



**TIEMPO:** Fraguado Inicial: 500 PSI Fraguado Final: 4000 PSI

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 PSI) | = | 367 min | = | 6.11 horas |
| Fragua final (4000 PSI)  | = | 475 min | = | 7.92 horas |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

Luis Gamarrá Espino  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198191

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede  
comunicarse al correo: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
 Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : VARIOS  
 Expediente N° : EXP-051-IDC-2023  
 Codigo de formato : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06  
 Cantera : PILCOMAYO  
 Clase de material : 12% Roca Pomez  
 Ensayado por : Y.Z.L.Z.  
 Fecha de recepción : Abril - 2023  
 Fecha de emisión : Junio - 2023  
 Página : 02 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 02 T° Ambiente al inicio del ensayo : 15.5 °C  
 Hora de mezclado : 11:50 AM T° Ambiente al final del ensayo : 11.2 °C  
 Temperatura del concreto : 19.5 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 11:50          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:50          | 05:00          | 300 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 121.0           | 121.0                              | 8.5  |
| 17:20          | 05:30          | 330 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 100.0           | 200.0                              | 14.1   |
| 17:50          | 06:00          | 360 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 93.0            | 372.0                              | 26.2   |
| 18:20          | 06:30          | 390 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 88.0            | 880.0                              | 61.9   |
| 18:50          | 07:00          | 420 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 75.0            | 1500.0                             | 105.5  |
| 19:20          | 07:30          | 450 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 70.0            | 2800.0                             | 196.9  |



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua Inicial (500 psi) | = | 366 min | = | 6.09 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 474 min | = | 7.90 horas |

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

Página : 03 de 04

Luis Gamarrta Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161





**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Codigo de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 12% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 03 T° Ambiente al inicio del ensayo : 15.5 °C  
 Hora de mezclado : 11:50 AM T° Ambiente al final del ensayo : 11.2 °C  
 Temperatura del concreto : 19.5 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 11:50          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:50          | 05:00          | 300 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 121.0           | 121.0                              | 8.5  |
| 17:20          | 05:30          | 330 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 100.0           | 200.0                              | 14.1   |
| 17:50          | 06:00          | 360 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 93.0            | 372.0                              | 26.2   |
| 18:20          | 06:30          | 390 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 88.0            | 880.0                              | 61.9   |
| 18:50          | 07:00          | 420 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 75.0            | 1500.0                             | 105.5  |
| 19:20          | 07:30          | 450 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 70.0            | 2800.0                             | 196.9  |



**TIEMPO:** Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 370 min | = | 6.17 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 479 min | = | 7.98 horas |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al idecontrapruebas@gmail.com





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Codigo de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 12% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023  
**Página** : 04 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Resumen del tiempo de fragua de mezcla de concreto en los especímenes ensayados:

**Molde 01**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 367 min | = | 6.11 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 475 min | = | 7.92 horas |

**Molde 02**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 366 min | = | 6.09 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 474 min | = | 7.90 horas |

**Molde 03**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 370 min | = | 6.17 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 479 min | = | 7.98 horas |

**Promedio**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 367 min | = | 6.12 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 476 min | = | 7.93 horas |

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20410623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMERA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN

**Estructura** : VARIOS

**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023

**Codigo de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06

**Cantera** : PILCOMAYO

**Clase de material** : 18% Roca Pomez

**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.

**Fecha de recepción** : Abril - 2023

**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**Página** : 01 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 01 T° Ambiente al inicio del ensayo : 14,0 °C  
 Hora de mezclado : 10:25 AM T° Ambiente al final del ensayo : 11,9 °C  
 Temperatura del concreto : 18,5 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 10:25          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 15:50          | 05:25          | 325 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 120.0           | 120.0                              | 8.4  |
| 16:20          | 05:55          | 355 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 100.0           | 200.0                              | 14.1   |
| 16:50          | 06:25          | 385 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 94.0            | 376.0                              | 26.4   |
| 17:20          | 06:55          | 415 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 90.0            | 900.0                              | 63.3   |
| 17:50          | 07:25          | 445 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 82.0            | 1640.0                             | 115.3  |
| 18:20          | 07:55          | 475 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 73.0            | 2920.0                             | 205.3  |



**TIEMPO:** Fraguado Inicial: 500 PSI Fraguado Final: 4000 PSI

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 PSI) | = | 390 min | = | 6.50 horas |
| Fragua final (4000 PSI)  | = | 494 min | = | 8.23 horas |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse al idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN

**Estructura** : VARIOS

**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023

**Codigo de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06

**Cantera** : PILCOMAYO

**Clase de material** : 18% Roca Pomez

**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.

**Fecha de recepción** : Abril - 2023

**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**Página** : 02 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 02

Hora de mezclado : 10:25 AM

T° Ambiente al inicio del ensayo : 14.0 °C

T° Ambiente al final del ensayo : 11.9 °C

Temperatura del concreto : 18.5 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 10:25          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 15:25          | 05:00          | 300 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 110.0           | 110.0                              | 7.7  |
| 16:20          | 05:55          | 355 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 102.0           | 204.0                              | 14.3   |
| 16:50          | 06:25          | 385 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 96.0            | 384.0                              | 27.0   |
| 17:20          | 06:55          | 415 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 91.0            | 910.0                              | 64.0   |
| 17:50          | 07:25          | 445 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 84.0            | 1680.0                             | 118.1  |
| 18:20          | 07:55          | 475 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 75.0            | 3000.0                             | 210.9  |



TIEMPO: Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 384 min | = | 6.40 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 501 min | = | 8.35 horas |

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Página : 03 de 04

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198151

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNÍN  
**Estructura** : VARIOS  
**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023  
**Codigo de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06  
**Cantera** : PILCOMAYO  
**Clase de material** : 18% Roca Pomez  
**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.  
**Fecha de recepción** : Abril - 2023  
**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

**Especimen ensayado** : Molde 03      T° Ambiente al inicio del ensayo : 14.0 °C  
**Hora de mezclado** : 10:25 AM      T° Ambiente al final del ensayo : 11.9 °C  
 Temperatura del concreto : 18.5 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 10:25          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 15:25          | 05:00          | 300 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 110.0           | 110.0                              | 7.7  |
| 16:20          | 05:55          | 355 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 102.0           | 204.0                              | 14.3   |
| 16:50          | 06:25          | 385 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 96.0            | 384.0                              | 27.0   |
| 17:20          | 06:55          | 415 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 91.0            | 910.0                              | 64.0   |
| 17:50          | 07:25          | 445 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 84.0            | 1680.0                             | 118.1  |
| 18:20          | 07:55          | 475 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 75.0            | 3000.0                             | 210.9  |



**TIEMPO:**      *Fraguado Inicial:* 500 psi      *Fraguado Final:* 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                                 |   |                |   |                   |
|---------------------------------|---|----------------|---|-------------------|
| <b>Fragua Inicial (500 psi)</b> | = | <b>386 min</b> | = | <b>6.43 horas</b> |
| <b>Fragua final (4000 psi)</b>  | = | <b>496 min</b> | = | <b>8.27 horas</b> |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-051-IDC-2023

Código de formato : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : 18% Roca Pomez

Ensayado por : Y.Z.L.Z.

Fecha de recepción : Abril - 2023

Fecha de emisión : Junio - 2023

Página : 04 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Resumen del tiempo de fragua de mezcla de concreto en los especímenes ensayados:

**Molde 01**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 390 min | = | 6.50 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 494 min | = | 8.23 horas |

**Molde 02**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 384 min | = | 6.40 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 501 min | = | 8.35 horas |

**Molde 03**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 386 min | = | 6.43 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 496 min | = | 8.27 horas |

**Promedio**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 387 min | = | 6.44 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 497 min | = | 8.28 horas |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.



*Luis Gamarra Espinoza*  
**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131

Pje. Grau N° 211, Chilca – Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|                          |   |                           |                  |
|--------------------------|---|---------------------------|------------------|
| <b>Proyecto</b>          | : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO" | <b>Cantera</b>            | : PILCOMAYO      |
| <b>Peticionario</b>      | : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | <b>Clase de material</b>  | : 22% Roca Pomez |
| <b>Ubicación</b>         | : HUANCAYO - JUNIN  | <b>Ensayado por</b>       | : Y. Z. L. Z.    |
| <b>Estructura</b>        | : VARIOS  | <b>Fecha de recepción</b> | : Abril - 2023   |
| <b>Expediente N°</b>     | : EXP-051-IDC-2023  | <b>Fecha de emisión</b>   | : Junio - 2023   |
| <b>Codigo de formato</b> | : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06  | <b>Página</b>             | : 01 de 04       |

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

|                    |            |                                  |           |
|--------------------|------------|----------------------------------|-----------|
| Especimen ensayado | : Molde 01 | T° Ambiente al inicio del ensayo | : 15.0 °C |
| Hora de mezclado   | : 10:20 AM | T° Ambiente al final del ensayo  | : 11.5 °C |
|                    |            | Temperatura del concreto         | : 19.1 °C |

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 10:20          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:30          | 06:10          | 370 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 128.0           | 128.0                              | 9.0  |
| 17:00          | 06:40          | 400 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 111.0           | 222.0                              | 15.6   |
| 17:30          | 07:10          | 430 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 99.0            | 396.0                              | 27.8   |
| 18:00          | 07:40          | 460 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 83.0            | 830.0                              | 58.4   |
| 18:30          | 08:10          | 490 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 71.0            | 1420.0                             | 99.8   |
| 19:00          | 08:40          | 520 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 69.0            | 2760.0                             | 194.0  |



**TIEMPO:**      *Fraguado Inicial:* 500 PSI      *Fraguado Final:* 4000 PSI

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                                 |   |                |   |                   |
|---------------------------------|---|----------------|---|-------------------|
| <b>Fragua inicial (500 PSI)</b> | = | <b>435 min</b> | = | <b>7.25 horas</b> |
| <b>Fragua final (4000 PSI)</b>  | = | <b>546 min</b> | = | <b>9.11 horas</b> |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198131

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964763431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

**Proyecto** : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"

**Peticionario** : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN

**Estructura** : VARIOS

**Expediente N°** : EXP-051-IDC-2023

**Codigo de formato** : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06

**Cantera** : PILCOMAYO

**Clase de material** : 22% Roca Pomez

**Ensayado por** : Y.Z.L.Z.

**Fecha de recepción** : Abril - 2023

**Fecha de emisión** : Junio - 2023

**Página** : 02 de 04

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 02 T° Ambiente al inicio del ensayo : 15.0 °C  
 Hora de mezclado : 10:20 AM T° Ambiente al final del ensayo : 11.5 °C  
 Temperatura del concreto : 19.1 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 10:20          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:30          | 06:10          | 370 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 121.0           | 121.0                              | 8.5  |
| 17:00          | 06:40          | 400 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 103.0           | 206.0                              | 14.5   |
| 17:30          | 07:10          | 430 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 96.0            | 384.0                              | 27.0   |
| 18:00          | 07:40          | 460 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 80.0            | 800.0                              | 56.2   |
| 18:30          | 08:10          | 490 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 73.0            | 1460.0                             | 102.6  |
| 19:00          | 08:40          | 520 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 66.0            | 2640.0                             | 185.6  |



**TIEMPO:** Fraguado Inicial: 500 psi Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 437 min | = | 7.28 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 547 min | = | 9.11 horas |

OBSERVACIONES

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Página : 03 de 04

  
Luis Gamarra Espino  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196131





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAGLINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO"  
 Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS      Cantera : PILCOMAYO  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN      Clase de material : 22% Roca Pomez  
 Estructura : VARIOS      Ensayado por : Y.Z.L.Z.  
 Expediente N° : EXP-051-IDC-2023      Fecha de recepción : Abril - 2023  
 Codigo de formato : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06      Fecha de emisión : Junio - 2023

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Especimen ensayado : Molde 03      T° Ambiente al inicio del ensayo : 15.0 °C  
 Hora de mezclado : 10:20 AM      T° Ambiente al final del ensayo : 11.5 °C  
 Temperatura del concreto : 19.1 °C

| Hora de ensayo | Tiempo (horas) | Tiempo (minutos) | Diametro de la aguja (pulg) | Área (pulg <sup>2</sup> ) | Fuerza (libras) | Resistencia a la penetración (PSI) | Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| 10:20          | 00:00          | 0 min            | 0                           | 0                         | 0.0             | 0                                  | 0.0  |
| 16:30          | 06:10          | 370 min          | 1 1/8"                      | 1                         | 121.0           | 121.0                              | 8.5  |
| 17:00          | 06:40          | 400 min          | 4/5"                        | 1/2                       | 103.0           | 206.0                              | 14.5   |
| 17:30          | 07:10          | 430 min          | 4/7"                        | 1/4                       | 96.0            | 384.0                              | 27.0   |
| 18:00          | 07:40          | 460 min          | 1/3"                        | 1/10                      | 80.0            | 800.0                              | 56.2   |
| 18:30          | 08:10          | 490 min          | 1/4"                        | 1/20                      | 73.0            | 1460.0                             | 102.6  |
| 19:00          | 08:40          | 520 min          | 1/6"                        | 1/40                      | 66.0            | 2640.0                             | 185.6  |



TIEMPO:      Fraguado Inicial: 500 psi      Fraguado Final: 4000 psi

Calculado mediante el análisis por regresión lineal entre los logaritmos de la resistencia a la penetración y el tiempo transcurrido.

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 430 min | = | 7.17 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 544 min | = | 9.07 horas |

OBSERVACIONES

\* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

\* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

\* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198131

Pje. Grau N° 211, Chitca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|                   |   |                    |                  |
|-------------------|---|--------------------|------------------|
| Proyecto          | : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA HUANCAYO" | Cantera            | : PILCOMAYO      |
| Peticionario      | : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | Clase de material  | : 22% Roca Pomez |
| Ubicación         | : HUANCAYO - JUNIN  | Ensayado por       | : Y.Z.L.Z.       |
| Estructura        | : VARIOS  | Fecha de recepción | : Abril - 2023   |
| Expediente N°     | : EXP-051-IDC-2023  | Fecha de emisión   | : Junio - 2023   |
| Código de formato | : C-F-TF-EX01/Rev.03/2023-06  | Página             | : 04 de 04       |

**TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN - NTP 339.082**

Resumen del tiempo de fragua de mezcla de concreto en los especímenes ensayados:

**Molde 01**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 435 min | = | 7.25 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 546 min | = | 9.11 horas |

**Molde 02**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 437 min | = | 7.28 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 547 min | = | 9.11 horas |

**Molde 03**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 430 min | = | 7.17 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 544 min | = | 9.07 horas |

**Promedio**

|                          |   |         |   |            |
|--------------------------|---|---------|---|------------|
| Fragua inicial (500 psi) | = | 434 min | = | 7.23 horas |
| Fragua final (4000 psi)  | = | 546 min | = | 9.10 horas |

**OBSERVACIONES**

- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- \* Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.
- \* La dosis del aditivo se estableció en consideración a la ficha técnica o especificaciones del fabricante.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181





**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

# RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

**RUC: 20610623612**

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Ensayado por      | Y.Z.LZ                 |
| Estructura    | -   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

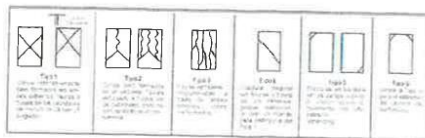
Pág. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento | F <sub>c</sub> de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diametro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Modulo de Rotura      |        | Promedio |
|-------------------|------------------------|----------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|--------|----------|
|                   |                        |                            |  |                   |                 |             |               |                         |                  | (kN)   | (kg)     | (kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)    |          |
| C1-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210  | 30/03/2023        | 06/04/2023      | 7           | 10.15         | 80.91                   | Tipo 1           | 124.50 | 12695.47 | 156.90                | 74.71% | 77.17%   |
| C2-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210  | 30/03/2023        | 06/04/2023      | 7           | 10.13         | 80.60                   | Tipo 2           | 129.50 | 13205.32 | 163.85                | 78.02% |          |
| C3-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210  | 30/03/2023        | 06/04/2023      | 7           | 10.12         | 80.44                   | Tipo 3           | 130.50 | 13307.30 | 165.44                | 78.78% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCC-15 (Ver 00-Rev 00-31/05/2023)

  
**Luis Camarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   |                   |                        |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Clase de material | CONCRETO               |
| Estructura    | -   | Ensayado por      | Y Z LZ                 |
|               |   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

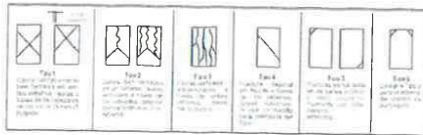
Pág. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS**

NIP 339.034.2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento | F <sub>c</sub> de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |         |
|-------------------|------------------------|----------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|---------|
|                   |                        |                            |  |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)     |
| C4-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210  | 30/03/2023        | 13/04/2023      | 14          | 10.20         | 81.71                   | Tipo 2           | 168.50 | 17182.22 | 210.28                | 100.13% |
| C5-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210  | 30/03/2023        | 13/04/2023      | 14          | 10.13         | 80.60                   | Tipo 2           | 161.50 | 16468.42 | 204.34                | 97.30%  |
| C6-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210  | 30/03/2023        | 13/04/2023      | 14          | 10.07         | 79.64                   | Tipo 3           | 157.70 | 16080.92 | 201.91                | 96.15%  |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-96-INDECOPI-CR/ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver 00-Rev 00-31/05/2023)

**Luis Gamarrá Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a idecontrapruebas@gmail.com

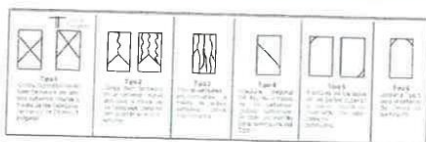
|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Ensayado por      | Y Z LZ                 |
| Estructura    |   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**  
NTP 339.034:2021

Pág. 01 de 01

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |         | Promedio |
|-------------------|------------------------|----------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|---------|----------|
|                   |                        |                            |   |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)     |          |
| C7-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210                                     | 30/03/2023        | 20/04/2023      | 21          | 10.11         | 80.28                   | Tipo 2           | 195.20 | 19904.86 | 247.95                | 118.07% | 117.73%  |
| C8-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210                                     | 30/03/2023        | 20/04/2023      | 21          | 10.09         | 79.88                   | Tipo 3           | 189.50 | 19323.62 | 241.91                | 115.19% |          |
| C9-0%             | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210                                     | 30/03/2023        | 20/04/2023      | 21          | 10.09         | 79.96                   | Tipo 2           | 197.50 | 20139.40 | 251.87                | 119.34% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-GRU ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- 4) Codificación de formato FCC-15 (Ver 00-Rev 00-31/05/2023)

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 138181

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILÍNDRICAS |
| Peticionario  | BACH ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Ensayado por      | Y.Z.LZ                 |
| Estructura    | -   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

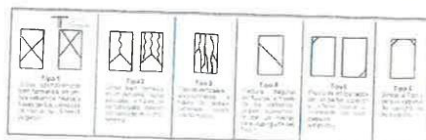
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

Pág. 01 de 01

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura       |         | Promedio |
|-------------------|------------------------|----------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|------------------------|---------|----------|
|                   |                        |                            |   |                   |                 |             |               |                         |                  | (kN)   | (kg)     | (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | (%)     |          |
| C10-0%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210                                     | 30/03/2023        | 27/04/2023      | 28          | 10.16         | 81.07                   | Tipo 3           | 218.50 | 22280.80 | 274.82                 | 130.87% | 128.66%  |
| C11-0%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210                                     | 30/03/2023        | 27/04/2023      | 28          | 10.22         | 81.95                   | Tipo 5           | 214.50 | 21872.91 | 266.89                 | 127.09% |          |
| C12-0%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL               | 210                                     | 30/03/2023        | 27/04/2023      | 28          | 10.13         | 80.60                   | Tipo 3           | 212.50 | 21668.97 | 268.86                 | 128.03% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCC-15 (Ver 00-Rev.00-31/05/2023)

  
**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198191

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Ensayado por      | Y.Z.L.Z                |
| Estructura    | -   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

Pág. 01 de 01

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |        | Promedio |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|--------|----------|
|                   |                        |                               |   |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)    |          |
| C1-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 04/04/2023        | 11/04/2023      | 7           | 10.13         | 80.60                   | Tipo 2           | 131.20 | 13378.68 | 166.00                | 79.05% | 76.71%   |
| C2-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 04/04/2023        | 11/04/2023      | 7           | 10.25         | 82.52                   | Tipo 1           | 129.80 | 13235.92 | 160.40                | 76.38% |          |
| C3-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 04/04/2023        | 11/04/2023      | 7           | 10.15         | 80.91                   | Tipo 2           | 124.50 | 12695.47 | 156.90                | 74.71% |          |



Observaciones:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART 6. -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver 00-Rev 00-31/05/2023)

**Luis Camarita Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



96287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRO, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Ensayado por      | Y.Z.L.Z                |
| Estructura    | -   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

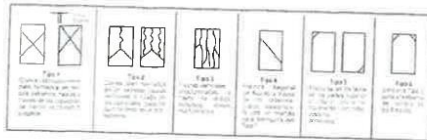
**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

Pág. 01 de 01

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |         | Promedio |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|---------|----------|
|                   |                        |                               |   |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)     |          |
| C4-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 04/04/2023        | 18/04/2023      | 14          | 10.18         | 81.39                   | Tipo 2           | 168.80 | 17212.81 | 211.48                | 100.70% | 98.53%   |
| C5-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 04/04/2023        | 18/04/2023      | 14          | 10.19         | 81.55                   | Tipo 4           | 155.90 | 15897.38 | 194.93                | 92.83%  |          |
| C6-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 04/04/2023        | 18/04/2023      | 14          | 10.16         | 81.07                   | Tipo 2           | 170.40 | 17375.96 | 214.32                | 102.06% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver 00-Rev 00-31/05/2023)

  
**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com





SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                          |
|---------------|---|-------------------|--------------------------|
| Proyecto      | : PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO | N° de muestra     | : 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Expediente N° | : EXP-051-IDC-2023  | Clase de material | : CONCRETO               |
| Peticionario  | : BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | Ensayado por      | : Y Z L Z                |
| Ubicación     | : HUANCAYO  | Fecha de emisión  | : 20/06/2023             |
| Estructura    | : -   |                   |                          |

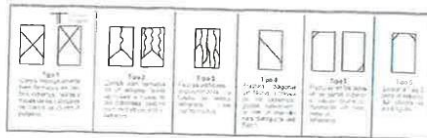
Pág. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | Fc de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |         | Promedio |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|---------|----------|
|                   |                        |                               |  |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)     |          |
| C7-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                    | 04/04/2023        | 25/04/2023      | 21          | 10.12         | 80.44                   | Tipo 2           | 185.40 | 18905.54 | 235.04                | 111.92% | 116.81%  |
| C8-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                    | 04/04/2023        | 25/04/2023      | 21          | 10.02         | 78.78                   | Tipo 3           | 193.50 | 19731.51 | 250.48                | 119.27% |          |
| C9-12%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210                                    | 04/04/2023        | 25/04/2023      | 21          | 10.15         | 80.83                   | Tipo 5           | 198.50 | 20241.37 | 250.41                | 119.24% |          |



Observaciones:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver 00-Rev.00.31/05/2023)

**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |  |                   |                        |
|---------------|--|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023   | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILÍNDRICAS |
| Peticionario  | BACH ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO   | Ensayado por      | Y Z L Z                |
| Estructura    | :  | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

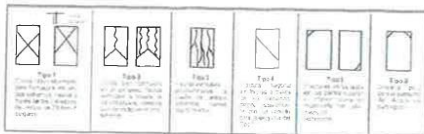
Pág 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F <sub>cd</sub> de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |         | Promedio |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|---------|----------|
|                   |                        |                               |   |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)     |          |
| C10-12%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210   | 04/04/2023        | 02/05/2023      | 28          | 10.15         | 80.83                   | Tipo 6           | 207.40 | 21148.91 | 761.63                | 124.59% | 127.80%  |
| C11-12%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210   | 04/04/2023        | 02/05/2023      | 28          | 10.22         | 81.95                   | Tipo 4           | 214.50 | 21872.91 | 266.89                | 127.09% |          |
| C12-12%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 12% ROCA PÓMEZ | 210   | 04/04/2023        | 02/05/2023      | 28          | 10.20         | 81.65                   | Tipo 2           | 221.50 | 22586.71 | 276.63                | 131.73% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver 00-Rev 00-31/05/2023)

*Julius Gamarra Espinoza*  
Julius Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Pje. Grau N° 211, Chiltca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |  |                   |                        |
|---------------|--|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023   | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH. ANCHO ALVAREZ DAVID NEHEMIAS   | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO   | Ensayado por      | Y Z L Z                |
| Estructura    | -  | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

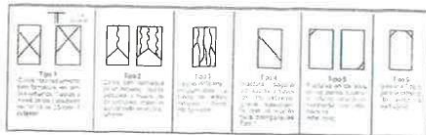
Pág. 01 de 61

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS**

NIP 339.034.2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F <sub>c</sub> de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |        |          |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|--------|----------|
|                   |                        |                               |  |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)    | Promedio |
| C1-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 12/04/2023      | 7           | 10.14         | 80.75                   | Tipo 5           | 119.50 | 12185.61 | 150.90                | 71.86% | 73.91%   |
| C2-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 12/04/2023      | 7           | 10.16         | 81.07                   | Tipo 5           | 121.50 | 12389.55 | 152.82                | 72.77% |          |
| C3-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 12/04/2023      | 7           | 10.15         | 80.91                   | Tipo 5           | 128.50 | 13103.35 | 161.94                | 77.12% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver 00-Rev 00-31/05/2023)

  
**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 106161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |  |                   |                        |
|---------------|--|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023   | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH. ANCHO ALVAREZ DAVID NEHEMIAS   | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO   | Ensayado por      | Y Z L Z                |
| Estructura    |  | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

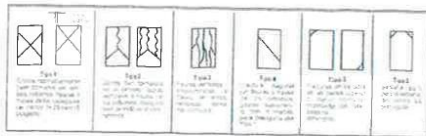
Pág. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS**

NTP 339.034.2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F <sub>c</sub> de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |        | Promedio |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|--------|----------|
|                   |                        |                               |  |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)    |          |
| C4-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 19/04/2023      | 14          | 10.15         | 80.91                   | Tipo 2           | 158.80 | 16193.09 | 200.13                | 95.30% | 93.16%   |
| C5-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 19/04/2023      | 14          | 10.22         | 81.95                   | Tipo 2           | 165.50 | 16876.30 | 205.93                | 98.06% |          |
| C6-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 19/04/2023      | 14          | 10.21         | 81.87                   | Tipo 5           | 145.20 | 14806.28 | 180.84                | 86.12% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCC-15 (Ver 00-Rev.00-31/05/2023)

  
**Luis Camarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196161

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

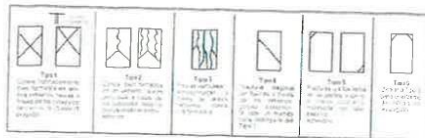
|               |   |                   |                          |
|---------------|---|-------------------|--------------------------|
| Proyecto      | : PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO | N° de muestra     | : 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Expediente N° | : EXP-051-IDC-2023  | Clase de material | : CONCRETO               |
| Peticionario  | : BACH ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  | Ensayado por      | : Y.Z.L.Z                |
| Ubicación     | : HUANCAYO  | Fecha de emisión  | : 20/06/2023             |
| Estructura    | : -   |                   |                          |

Pág. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**  
NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F <sub>c</sub> de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diametro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |         | Promedio |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|---------|----------|
|                   |                        |                               |  |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)     |          |
| C7-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 26/04/2023      | 21          | 10.24         | 82.27                   | Tipo 2           | 158.20 | 16131.91 | 196.07                | 93.37%  | 95.01%   |
| C8-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 26/04/2023      | 21          | 10.07         | 79.64                   | Tipo 5           | 149.60 | 15254.95 | 191.54                | 91.21%  |          |
| C9-18%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ | 210  | 05/04/2023        | 26/04/2023      | 21          | 10.24         | 82.27                   | Tipo 2           | 170.20 | 17355.57 | 210.95                | 100.45% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART 6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCC-15 (Ver.00-Rev.00-31.05/2023)

*Juan Carlos E.*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Fje Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

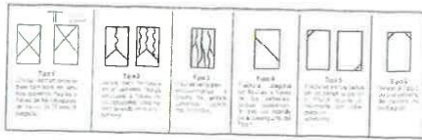
|               |   |                   |                          |
|---------------|---|-------------------|--------------------------|
| Proyecto      | : PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO | N° de muestra     | : 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Expediente N° | : EXP-051-IDC-2023  | Clase de material | : CONCRETO               |
| Peticionario  | : BACH ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  | Ensayado por      | : Y.Z.L.Z                |
| Ubicación     | : HUANCAYO  | Fecha de emisión  | : 20/08/2023             |
| Estructura    | : -   |                   |                          |

Pag. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**  
NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 18% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento   | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |         | Promedio |
|-------------------|------------------------|------------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|---------|----------|
|                   |                        |                              |   |                   |                 |             |               |                         |                  | (kN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)     |          |
| C10-18%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL +18% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 05/04/2023        | 03/05/2023      | 28          | 10.07         | 79.64                   | Tipo 6           | 171.20 | 17457.54 | 219.20                | 104.38% | 99.56%   |
| C11-18%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL +18% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 05/04/2023        | 03/05/2023      | 28          | 10.22         | 82.03                   | Tipo 5           | 165.40 | 16866.11 | 205.60                | 97.90%  |          |
| C12-18%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL +18% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 05/04/2023        | 03/05/2023      | 28          | 10.14         | 80.75                   | Tipo 5           | 160.30 | 16346.05 | 202.42                | 96.39%  |          |



Observaciones:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6. -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- 4) Codificación de formato FCC-15 (Ver 00-Rev 00-31/05/2023)

**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 190161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

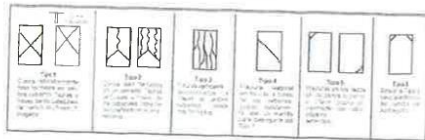
|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP 051-IDC 2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILÍNDRICAS |
| Peticionario  | BACH ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Ensayado por      | Y Z L Z                |
| Estructura    | -   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**  
NTP 339.034:2021

Pág. 01 de 01

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Robura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |        |          |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|--------|----------|
|                   |                        |                               |   |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)    | Promedio |
| C1-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 06/04/2023        | 13/04/2023      | 7           | 10.15         | 80.91                   | Tipo 1           | 119.60 | 12195.81 | 150.73                | 71.77% | 70.36%   |
| C2-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 06/04/2023        | 13/04/2023      | 7           | 10.14         | 80.75                   | Tipo 2           | 122.10 | 12450.73 | 154.18                | 73.42% |          |
| C3-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 06/04/2023        | 13/04/2023      | 7           | 10.16         | 81.07                   | Tipo 3           | 110.00 | 11216.88 | 138.35                | 65.88% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver.00-Rev.00-31/05/2023)

**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH. ANCHO ALVAREZ DAVID NEHEMIAS  | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Ensayado por      | Y.Z.L.Z                |
| Estructura    | -   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

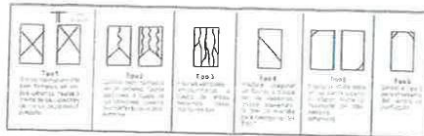
Pág. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F <sub>c</sub> de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |        |          |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|--------|----------|
|                   |                        |                               |  |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)    | Promedio |
| C4-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210  | 06/04/2023        | 20/04/2023      | 14          | 10.12         | 80.44                   | Tipo 2           | 124.60 | 12705.66 | 157.96                | 75.22% | 80.21%   |
| C5-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210  | 06/04/2023        | 20/04/2023      | 14          | 10.12         | 80.44                   | Tipo 2           | 142.50 | 14530.96 | 180.65                | 86.02% |          |
| C6-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210  | 06/04/2023        | 20/04/2023      | 14          | 10.22         | 81.95                   | Tipo 5           | 134.00 | 13664.20 | 166.73                | 79.40% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- 4) Codificación de formato FCC-15 (Ver.00-Rev.00-31/05/2023)

  
**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com





SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRÁ, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                        |
|---------------|---|-------------------|------------------------|
| Proyecto      | PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO |                   |                        |
| Expediente N° | EXP-051-IDC-2023  | N° de muestra     | 3 PROBETAS CILINDRICAS |
| Peticionario  | BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | Clase de material | CONCRETO               |
| Ubicación     | HUANCAYO  | Ensayado por      | Y Z L Z                |
| Estructura    |   | Fecha de emisión  | 20/06/2023             |

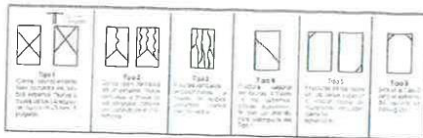
Pág. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |        |          |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|--------|----------|
|                   |                        |                               |   |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)    | Promedio |
| C7-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 06/04/2023        | 27/04/2023      | 21          | 10.10         | 80.12                   | Tipo 5           | 140.10 | 14286.22 | 178.31                | 84.91% | 82.42%   |
| C8-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 06/04/2023        | 27/04/2023      | 21          | 10.24         | 82.35                   | Tipo 2           | 138.50 | 14123.07 | 171.49                | 81.66% |          |
| C9-22%            | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210                                     | 06/04/2023        | 27/04/2023      | 21          | 10.11         | 80.28                   | Tipo 2           | 133.40 | 13603.01 | 169.45                | 80.69% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver.00-Rev.00-31/05/2023)

  
**Luis Camarero Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196161

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@gmail.com



SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMEDA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

|               |   |                   |                          |
|---------------|---|-------------------|--------------------------|
| Proyecto      | : PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO | N° de muestra     | : 3 PROBETAS CILÍNDRICAS |
| Expediente N° | : EXP.051-IDC-2023  | Clase de material | : CONCRETO               |
| Peticionario  | : BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS   | Ensayado por      | : Y.Z.L.Z                |
| Ubicación     | : HUANCAYO  | Fecha de emisión  | : 20/06/2023             |
| Estructura    | : -   |                   |                          |

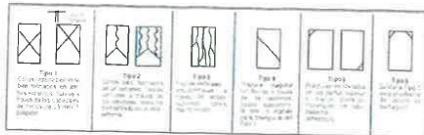
Pág. 01 de 01

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

NTP 339.034:2021

Concreto de Muestreo: CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ

| Codigo de Muestra | Dimensiones de Muestra | Identificación de Elemento    | F <sub>c</sub> de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Tipo de fractura | Carga  |          | Módulo de Rotura      |        |          |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------|----------|-----------------------|--------|----------|
|                   |                        |                               |  |                   |                 |             |               |                         |                  | (KN)   | (kg)     | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (%)    | Promedio |
| C10-22%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210  | 06/04/2023        | 04/05/2023      | 28          | 10.17         | 81.23                   | Tipo 5           | 147.73 | 15064.27 | 185.45                | 88.31% | 84.90%   |
| C11-22%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210  | 06/04/2023        | 04/05/2023      | 28          | 10.14         | 80.75                   | Tipo 5           | 122.60 | 12501.72 | 154.81                | 73.72% |          |
| C12-22%           | 4" x 8"                | CONVENCIONAL + 22% ROCA PÓMEZ | 210  | 06/04/2023        | 04/05/2023      | 28          | 10.15         | 80.91                   | Tipo 5           | 154.40 | 15744.42 | 194.58                | 92.66% |          |



**Observaciones:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse parcial u total sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- 4) Codificación de formato FCG-15 (Ver 00-Rev.00-31/05/2023)

**Luis Gamarra Espinoza**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198181

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: idecontrapruebas@ornal.com



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**SERVICIOS DE:**

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODESIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORÍA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

# RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS

 Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo



965287894 / 964743431



idecontrapruebas@gmail.com

**RUC: 20610623612**

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: [idecontrapruebas@gmail.com](mailto:idecontrapruebas@gmail.com)



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

## SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TOPOGRAFÍA Y GEODÉSIA
- EJECUCIÓN DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

### Proyecto

TESIS: PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO\*  
 Peticionario : Bachi ANCHICO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN  
 Estructura : VARIOS  
 Expediente N° : EXP-051-IDC-2023  
 Código de formato : C-AF-EX-01/Rev.02/2023-03-15  
 Cantera : PILCOMAYO  
 Clase de material : ARENA GRUESA  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de recepción : Febrero - 2023  
 Fecha de emisión : Marzo - 2023

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

Página : 01 de 04

|                        |               |                         |                          |
|------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|
| Dimensiones de la viga |               | Alto = 15 cm            |                          |
| Largo = 50 cm          | Ancho = 15 cm | Área de la sección      | 225.00 cm <sup>2</sup>   |
| Concreto de Muestreo   |               | Momento de inercia (Ix) | 16875.00 cm <sup>4</sup> |
|                        |               | Volumen de la viga      | 11250.00 cm <sup>3</sup> |
|                        |               | Distancia de eje neutro | 7.50 cm <sup>4</sup>     |

| Codigo de Muestra | Identificación de Elemento | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Medición | Fecha de Rotura | Edad (días) | Peso de viga (kg) | Peso y del concreto (kg/m <sup>3</sup> ) | Momento Factor (cm <sup>2</sup> ) | Carga |         | Modulo de rotura (Mpa) | Promedio (%) | Zona de Fractura        |
|-------------------|----------------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|--|-----------------------------------|-------|---------|------------------------|--------------|-------------------------|
|                   |                            |   |                   |                 |             |                   |  |                                   | (kN)  | (kg)    |                        |              |                         |
| IDC-1398          |                            | 210                                     | 30/03/2023        | 06/04/2023      | 7           | 27.35             | 2431.11                                  | 283.59                            | 24.6  | 2508.46 | 3.15                   | 32.12        |                         |
| IDC-1399          |                            | 210                                     | 30/03/2023        | 06/04/2023      | 7           | 27.45             | 2440.00                                  | 285.89                            | 24.8  | 2528.86 | 3.20                   | 32.63        | Dentro del tercio medio |
| IDC-1400          | Mezcla de concreto         | 210                                     | 30/03/2023        | 13/04/2023      | 14          | 27.40             | 2435.56                                  | 339.80                            | 29.5  | 3008.12 | 3.90                   | 39.77        |                         |
| IDC-1401          | F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> | 210                                     | 30/03/2023        | 13/04/2023      | 14          | 27.50             | 2444.44                                  | 341.53                            | 29.7  | 3023.41 | 3.91                   | 38.87        | Dentro del tercio medio |
| IDC-1402          | Convencional               | 210                                     | 30/03/2023        | 20/04/2023      | 21          | 27.40             | 2435.56                                  | 338.65                            | 29.4  | 2997.92 | 3.94                   | 40.18        |                         |
| IDC-1403          |                            | 210                                     | 30/03/2023        | 20/04/2023      | 21          | 27.55             | 2448.89                                  | 342.10                            | 29.7  | 3028.51 | 3.93                   | 40.07        | Dentro del tercio medio |
| IDC-1404          |                            | 210                                     | 30/03/2023        | 27/04/2023      | 28          | 27.45             | 2440.00                                  | 359.30                            | 31.2  | 3181.46 | 4.07                   | 41.50        |                         |
| IDC-1405          |                            | 210                                     | 30/03/2023        | 27/04/2023      | 28          | 27.40             | 2435.56                                  | 355.86                            | 30.9  | 3150.87 | 4.04                   | 41.20        | Dentro del tercio medio |



965287894 / 964742431

idecontrapruebas@gmail.com

Pje. Grau N° 211, Chilca - Huancayo

RUC 20610623612

Para verificar la autenticidad puede



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

**SERVICIOS DE:**  
 • LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 • TOPOGRAFÍA Y GEODESIA  
 • EJECUCIÓN DE OBRAS  
 • CONSULTORIA DE PROYECTOS  
 • COMPA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y ASERBA  
 • VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL  
 • OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

**Proyecto :** TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO"  
**Peticionario :** Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NERHEMIAS  
**Ubicación :** HUANCAYO - JUNIN  
**Estructura :** VARIOS  
**Expediente N° :** EXP-051-IDC-2023  
**Código de formato :** C-AF-EX-01/Rev.02/2023-03-15

**Cantera :** PILCOMAYO  
**Clase de material :** ARENA GRUESA  
**Ensayado por :** A.Y.G  
**Fecha de recepción :** Febrero - 2023  
**Fecha de emisión :** Marzo - 2023

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS**

Página : 02 de 04

|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Dimensiones de la Viga               |                          |
| Largo = 50 cm                        | Alto = 15 cm             |
| Ancho = 15 cm                        |                          |
| Área de la sección                   | 225.00 cm <sup>2</sup>   |
| Momento de inercia (I <sub>x</sub> ) | 16875.00 cm <sup>4</sup> |
| Volumen de la viga                   | 11250.00 cm <sup>3</sup> |
| Distancia de eje neutro              | 7.50 cm <sup>4</sup>     |

Concreto de Muestreo : Mezcla de concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pomez

| Codigo de Muestra | Identificación de Elemento                    | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Peso de viga (kg) | Peso y del concreto (kg/m <sup>3</sup> ) | Carga |         | Momento flexor (cm <sup>2</sup> ) | Módulo de rotura |                       | Promedio (%) | Zona de Fractura        |
|-------------------|---|---|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|--|-------|---------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|--------------|-------------------------|
|                   |   |   |                   |                 |             |                   |  | (KN)  | (kg)    |                                   | (Npa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |              |                         |
| IDC-1405          |   | 210                                     | 04/04/2023        | 11/04/2023      | 7           | 27.36             | 2432.00                                  | 22.0  | 2243.34 | 253.76                            | 2.84             | 28.96                 | 28.7         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1407          |   | 210                                     | 04/04/2023        | 11/04/2023      | 7           | 27.43             | 2438.22                                  | 21.8  | 2217.85 | 250.90                            | 2.79             | 28.45                 | 28.7         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1408          |   | 210                                     | 04/04/2023        | 18/04/2023      | 14          | 27.45             | 2440.00                                  | 24.9  | 2539.05 | 287.03                            | 3.10             | 31.61                 | 32.1         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1409          | Mezcla de concreto F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> | 210                                     | 04/04/2023        | 19/04/2023      | 14          | 27.47             | 2441.33                                  | 21.5  | 2192.36 | 246.03                            | 3.20             | 32.63                 | 32.1         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1410          | 12% de Roca Pomez                             | 210                                     | 04/04/2023        | 25/04/2023      | 21          | 27.40             | 2435.56                                  | 25.2  | 2569.64 | 290.47                            | 3.54             | 36.10                 | 35.9         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1411          |   | 210                                     | 04/04/2023        | 25/04/2023      | 21          | 27.42             | 2437.33                                  | 25.1  | 2559.45 | 286.33                            | 3.50             | 36.69                 | 37.3         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1412          |   | 210                                     | 04/04/2023        | 02/05/2023      | 28          | 27.34             | 2430.31                                  | 27.7  | 2824.57 | 318.15                            | 3.64             | 37.12                 | 37.3         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1413          |   | 210                                     | 04/04/2023        | 02/05/2023      | 28          | 27.56             | 2448.78                                  | 27.9  | 2844.96 | 321.45                            | 3.67             | 37.42                 | 37.3         | Dentro del tercio medio |



Pje Grau N° 211, Chitca - Huancayo  
 965267894 / 964743433  
 idecontrapruebas@gmail.com  
 RUC: 20610623612  
 Para verificar la autenticidad puede



**INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.**  
 CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE  
 • LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 • TERMOGRAFÍA Y GEOTERMA  
 • E-LECCIÓN DE OBRAS  
 • CONSULTORIA DE PROYECTOS  
 • COMPRA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA  
 • CÁMPO DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL  
 • CÁMPO DE MATERIALES

Proyecto : TESIS "PROPIEDADES FÍSICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO"  
 Peticionario : Bach. ANICHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN  
 Estructura : VARIOS  
 Expediente N° : EXP-05-IDC-2023  
 Código de formato : CAF-EX-01/Rev. 02/2023-03-15

Cantera : PILCOMAYO  
 Clase de material : ARENA GRUESA  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de recepción : Febrero - 2023  
 Fecha de emisión : Marzo - 2023

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS**

Página : 03 de 04

|  |               |                         |                          |
|--|---------------|-------------------------|--------------------------|
| Dimensiones de la viga   |               | Alto = 15 cm            |                          |
| Largo = 50 cm  | Ancho = 15 cm | Área de la sección      | 225.00 cm <sup>2</sup>   |
| Concreto de Muestrac   |               | Momento de inercia (Ix) | 16875.00 cm <sup>4</sup> |
| Mezcla de concreto liviano con sustitución parcial de agregado grueso por roca pomez |               | Volumen de la viga      | 11250.00 cm <sup>3</sup> |
|  |               | Distancia de eje neutro | 7.50 cm <sup>4</sup>     |

| Codigo de Muestra | Identificación de Elemento                    | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Moldeado | Fecha de Rotura | Edad (días) | Peso de viga (kg) | Peso y del concreto (kg/m <sup>3</sup> ) | Momento Rector (cm <sup>2</sup> ) | Carga |         |       | Promedio (%) | Zona de Fractura |                         |
|-------------------|---|---|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|--|-----------------------------------|-------|---------|-------|--------------|------------------|-------------------------|
|                   |   |   |                   |                 |             |                   |  |                                   | (KN)  | (kg)    | (Mpa) |              |                  |                         |
| IDC-1414          |   | 210                                     | 05/04/2023        | 12/04/2023      | 7           | 27.53             | 2446.67                                  | 246.89                            | 21.4  | 2182.16 | 2.75  | 28.04        | 28.1             | Dentro del tercio medio |
| IDC-1415          |   | 210                                     | 05/04/2023        | 12/04/2023      | 7           | 27.62             | 2454.84                                  | 256.36                            | 22.4  | 2284.13 | 2.77  | 28.25        | 28.1             | Dentro del tercio medio |
| IDC-1416          |   | 210                                     | 05/04/2023        | 19/04/2023      | 14          | 27.61             | 2454.13                                  | 276.72                            | 24.0  | 2447.28 | 3.08  | 31.41        | 31.5             | Dentro del tercio medio |
| IDC-1417          | Mezcla de concreto F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> | 210                                     | 05/04/2023        | 19/04/2023      | 14          | 27.70             | 2462.31                                  | 288.19                            | 25.0  | 2545.25 | 3.10  | 31.61        | 31.5             | Dentro del tercio medio |
| IDC-1418          | 18% de Roca Pomez                             | 210                                     | 05/04/2023        | 26/04/2023      | 21          | 27.40             | 2435.56                                  | 300.80                            | 26.1  | 2661.42 | 3.48  | 35.49        | 35.4             | Dentro del tercio medio |
| IDC-1419          |   | 210                                     | 05/04/2023        | 26/04/2023      | 21          | 27.42             | 2437.33                                  | 312.27                            | 27.1  | 2763.39 | 3.46  | 35.28        | 35.4             | Dentro del tercio medio |
| IDC-1420          |   | 210                                     | 05/04/2023        | 03/05/2023      | 28          | 27.44             | 2439.20                                  | 312.27                            | 27.1  | 2763.39 | 3.55  | 36.20        | 36.5             | Dentro del tercio medio |
| IDC-1421          |   | 210                                     | 05/04/2023        | 03/05/2023      | 28          | 27.56             | 2449.78                                  | 323.75                            | 28.1  | 2865.36 | 3.60  | 36.71        | 36.5             | Dentro del tercio medio |



Pje Grau N° 211, Chilca - Huancayo  
 965257894 / %7.3.031  
 idecontrapruebas@gmail.com  
 RUC: 20610623612  
 Para verificar la autenticidad puede



# INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.

CONSULTORIA, CONTROL DE CALIDAD, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS

SERVICIOS DE:

- LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- TIPOLOGÍA Y TÉCNICA
- EL DISEÑO DE OBRAS
- CONSULTORIA DE PROYECTOS
- COMPA, VENTA Y ALQUILER DE MAQUINARIAS PARA CONSTRUCCIÓN Y MINERIA
- VENTA DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL
- CAPACITACIONES

Proyecto : TESIS: "PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCION PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA POMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO"

Peticionario : Bach. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

Ubicacion : HUANCAYO - JUNIN

Estructura : VARIOS

Expediente N° : EXP-05-IDC-2023

Codigo de formato : C-AF-EX-01/Rev 02/2023-03-15

Cantera : PILCOMAYO

Clase de material : ARENA GRUESA

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de recepcion : Febrero - 2023

Fecha de emision : Marzo - 2023

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS

Página : 04 de 04

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| Largo = 50 cm   | Dimensiones de la viga<br>Ancho = 15 cm        | Alto = 15 cm |
| Resistencia de diseño : 210 Kg/cm <sup>2</sup>                  |  |              |
| Area de la sección : 225.00 cm <sup>2</sup>                     | Volumen de la viga : 11250.00 cm <sup>3</sup>  |              |
| Momento de inercia (I <sub>x</sub> ) : 16875.00 cm <sup>4</sup> | Distancia de eje neutro : 7.50 cm <sup>4</sup> |              |

Concreto de Muestreo : Mezcla de concreto liviano con sustitucion parcial de agregado grueso por roca pomez

| Codigo de Muestra | Identificación de Elemento                    | F'c de Referencia (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Fecha de Rotura | Edad (días) | Peso de viga (kg) | Peso y vol concreto (kg/m <sup>3</sup> ) | Carga |         | Módulo de rotura |                       | Promedio (%) | Zona de Fractura        |
|-------------------|---|---|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|--|-------|---------|------------------|-----------------------|--------------|-------------------------|
|                   |   |   |                   |                 |             |                   |  | (KN)  | (kg)    | (Mpa)            | (kg/cm <sup>2</sup> ) |              |                         |
| IDC-1422          |   | 210                                     | 06/04/2023        | 13/04/2023      | 7           | 27.40             | 2435.56                                  | 21.9  | 2233.14 | 2.70             | 27.53                 |              |                         |
| IDC-1423          |   | 210                                     | 06/04/2023        | 13/04/2023      | 7           | 27.40             | 2435.56                                  | 22.9  | 2335.11 | 2.76             | 28.14                 | 27.8         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1424          |   | 210                                     | 06/04/2023        | 20/04/2023      | 14          | 27.42             | 2437.33                                  | 23.0  | 2345.31 | 3.06             | 31.20                 | 31.1         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1425          | Mezcla de concreto F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> | 210                                     | 06/04/2023        | 20/04/2023      | 14          | 27.64             | 2456.98                                  | 24.0  | 2447.28 | 3.04             | 31.00                 | 34.6         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1426          | 22% de Roca Pomez                             | 210                                     | 06/04/2023        | 27/04/2023      | 21          | 27.56             | 2449.78                                  | 25.3  | 2579.84 | 3.40             | 34.67                 | 35.3         | Dentro del tercio medio |
| IDC-1427          |   | 210                                     | 06/04/2023        | 27/04/2023      | 21          | 27.50             | 2444.44                                  | 26.3  | 2681.81 | 3.38             | 34.47                 |              |                         |
| IDC-1428          |   | 210                                     | 06/04/2023        | 04/05/2023      | 28          | 27.75             | 2466.67                                  | 24.3  | 2477.87 | 3.45             | 35.18                 |              |                         |
| IDC-1429          |   | 210                                     | 06/04/2023        | 04/05/2023      | 28          | 27.66             | 2458.67                                  | 25.3  | 2579.84 | 3.47             | 35.38                 |              |                         |



9652878% / 964743431

idecontrapruebas@gmail.com

Pje Grau N° 211, Chitca - Huancayo

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede...

**Anexo N°05: Validación de instrumentos**



### FICHA DE VALIDACIÓN

**TITULO:** PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO

**AUTOR:** BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

|            |   |
|------------|---|
| DEFICIENTE | 1 |
| ACEPTABLE  | 2 |
| EXCELENTE  | 3 |

**Nombre y Apellidos:**..... RANDO, PORRAS OLARTE .....

| Item | Descripción                   | Valoración |           |           | Total |
|------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-------|
|      |                               | Deficiente | Aceptable | Excelente |       |
| 1    | DOSIFICACION (10%, 12%, 14%)  |            | ✓         |           | 2     |
| 2    | REQUISITOS FISICOS Y QUIMICOS |            | ✓         |           | 2     |
| 3    | TRABAJABILIDAD                |            |           | ✓         | 3     |
| 4    | FRAGUADO                      |            | ✓         |           | 2     |
| 5    | RESISTENCIA A LA COMPRESION   |            |           | ✓         | 3     |
| 6    | RESISTENCIA A LA FLEXION      |            |           | ✓         | 3     |

**Nombre y Apellidos:**..... Miguel Villanueva Rosales .....

| Item | Descripción                   | Valoración |           |           | Total |
|------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-------|
|      |                               | Deficiente | Aceptable | Excelente |       |
| 1    | Dosificación (10%, 12%, 14%)  |            |           | ✓         | 3     |
| 2    | Requisitos físicos y químicos |            |           | ✓         | 3     |
| 3    | Trabajabilidad                |            | ✓         |           | 2     |
| 4    | Fraguado                      |            | ✓         |           | 2     |
| 5    | Resistencia a la compresión   |            |           | ✓         | 3     |
| 6    | Resistencia a la flexión      |            |           | ✓         | 3     |

**Nombre y Apellidos:**..... Gamarra Espinoza, Luis .....

| Item | Descripción                   | Valoración |           |           | Total |
|------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-------|
|      |                               | Deficiente | Aceptable | Excelente |       |
| 1    | Dosificación (10%, 12%, 14%)  |            | x         |           | 2     |
| 2    | Requisitos físicos y químicos |            |           | x         | 3     |
| 3    | Trabajabilidad                |            |           | x         | 3     |
| 4    | Fraguado                      |            | x         |           | 2     |
| 5    | Resistencia a la compresión   |            |           | x         | 3     |
| 6    | Resistencia a la flexión      |            |           | x         | 3     |

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto: Villanueva Rosales, Miguel

Grado académico: Contador

Título de la investigación: **PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO**

Autor del instrumento: BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

| Indicadores             | Claridad                                 | Objetividad                                       | Actualidad   | Organización                   | Suficiencia                                       | Intencionalidad                                     | Consistencia  | Coherencia  | Metodología                                     | Comprender  | Suma total |
|-------------------------|--|---|--|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|------------|
| Criterios cuantitativos | Esto formulado con un lenguaje apropiado | Este expresado de acuerdo a conductas observables | Este está adecuado al alcance de la ciencia y tecnología | Existe una organización lógica | Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad | Adecuado para la valoración de aspectos del estudio | Basados en aspectos teóricos - científicos y de tema de estudio | Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables | La estrategia responde al propósito del estudio | Genera nuevas preguntas en la investigación y construcción de teorías |            |
| Deficiente 0-20%        |  |   |  |                                |   |   |   |   |   |   |            |
| Regular 21-40%          |  |   |  |                                |   |   |   |   |   |   |            |
| Buena 41%-60%           |  | ✓   |  |                                |   |   |   |   |   |   |            |
| Muy buena 61-80%        | ✓  |   |  |                                | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   |   | ✓   |            |
| Excelente 81-100%       |  |   | ✓  | ✓                              |   |   |   |   | ✓   |   |            |

Valoración: 80 %

Experto:   
 M. C. MIGUEL VILLANUEVA ROSALES  
 MAI 08-2024

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto: PORRAS OLARTE, RANDO

Grado académico: MAGISTER - INGENIERO CIVIL

Título de la investigación: PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LEVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO

Autor del instrumento: BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMAS

| Indicadores             | Claridad                                 | Objetividad                                       | Actualidad   | Organización                   | Suficiencia                                       | Intencionalidad                                     | Consistencia   | Coherencia  | Metodología                                     | Conveniencia   | Sub total |
|-------------------------|--|---|--|--------------------------------|---|---|--|---|---|--|-----------|
| Criterios cuantitativos | Este formulado con un lenguaje apropiado | Esta expresado de acuerdo a conductas observables | Este está adecuado al alcance de la ciencia y tecnología | Existe una organización lógica | Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad | Adecuado para la valoración de aspectos del estudio | Basado en aspectos teóricos - científicos y de tema de estudio | Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables | La estrategia responde al propósito del estudio | Genera nuevos puntos en la investigación y construcción de teorías |           |
| Deficiente 0-20%        |  |   |  |                                |   |   |  |   |   |  |           |
| Regular 21-40%          |  |   |  |                                |   |   |  |   |   |  |           |
| Bueno 41%-60%           | /  | /   | /  |                                |   |   |  |   |   |  |           |
| Muy bueno 61-80%        |  |   | /  | /                              | /   | /   | /  | /   | /   | /  |           |
| Excelente 81-100%       |  |   | /  | /                              | /   | /   | /  | /   | /   | /  |           |

Valoración: 76 %


  
 Experto: Rando Porras Olarte

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto: Gamarra Espinoza, Luis

Grado académico: Ingeniero Civil

Título de la investigación: PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE AGREGADO GRUESO POR ROCA PÓMEZ, EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO

Autor del instrumento: BACH. ANCHO ALVAREZ, DAVID NEHEMIAS

| Indicadores             | Claridad                                 | Objetividad                                       | Actualidad   | Organización                   | Suficiencia                                       | Intencionalidad                                     | Consistencia  | Coherencia  | Metodología                                     | Conveniencia   | Sub total |
|-------------------------|--|---|--|--------------------------------|---|---|---|---|---|--|-----------|
| Criterios cuantitativos | Está formulado con un lenguaje apropiado | Está expresado de acuerdo a conductas observables | Está esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnología | Existe una organización lógica | Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad | Adecuado para la valoración de aspectos del estudio | Basados en aspectos teóricos - científicos y de tema de estudio | Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables | La estrategia responde al propósito del estudio | Genera nuevos puntos en la investigación y construcción de teorías |           |
| Deficiente 0-20%        |  |   |  |                                |   |   |   |   |   |  |           |
| Regular 21-40%          |  |   |  |                                |   |   |   |   |   |  |           |
| Buena 41%-60%           |  |   |  | X                              |   |   |   |   |   |  |           |
| Muy buena 61-80%        | X  | X   | X  |                                |   |   | X   | X   |   | X  |           |
| Excelente 81-100%       |  |   |  |                                | X   | X   |   |   | X   |  |           |

Valoración: 79 %

Experto:   
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 188141

**Anexo N°06: La data de procesamiento de datos**

Tabla 29: Data de propiedades físicas del concreto liviano

| Muestras              | Contenido de aire (%) | Temperatura (°C) | Exudación (%) | Tiempo de fragua (min) |        |        |
|-----------------------|-----------------------|------------------|---------------|------------------------|--------|--------|
|                       |                       |                  |               | Inicial                | Final  |        |
| Concreto convencional | TE-01, 02 y 03        | 1.30             | 101.60        | 0.58                   | 367.00 | 494.00 |
| Concreto convencional | TE-01, 02 y 03        | 1.35             | 101.60        | 0.59                   | 367.00 | 494.00 |
| Concreto convencional | TE-01, 02 y 03        | 1.35             | 101.60        |                        | 368.00 | 496.00 |
| 12% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 1.40             | 95.30         | 0.53                   | 367.00 | 475.00 |
| 12% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 1.55             | 96.30         | 0.49                   | 366.00 | 474.00 |
| 12% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 1.52             | 95.63         |                        | 370.00 | 479.00 |
| 18% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 1.70             | 88.90         | 0.44                   | 390.00 | 494.00 |
| 18% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 1.80             | 88.90         | 0.43                   | 384.00 | 501.00 |
| 18% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 1.83             | 88.90         |                        | 386.00 | 496.00 |
| 22% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 2.00             | 88.90         | 0.38                   | 435.00 | 546.00 |
| 22% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 2.00             | 88.90         | 0.41                   | 437.00 | 547.00 |
| 22% de roca pómez     | TE-01, 02 y 03        | 2.03             | 88.90         |                        | 430.00 | 544.00 |

Tabla 30: Data de resistencia a compresión del concreto Liviano

| Muestras          |                | Esfuerzo en compresión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |            |            |            | 1° criterio de aceptación, promedio móvil<br>≥ f'c diseño | 2° criterio de aceptación, f'c ≥ f'c<br>diseño - 35 kg/cm <sup>2</sup> |     |           |
|-------------------|----------------|---|------------|------------|------------|---|--|-----|-----------|
|                   |                | 7 días  | 14<br>días | 21<br>días | 28<br>días |   |  |     |           |
| Concreto patrón   | TE-01, 02 y 03 | 156.90  | 210.28     | 247.95     | 274.82     |   |  | 210 |           |
| Concreto patrón   | TE-01, 02 y 03 | 163.85  | 204.34     | 241.91     | 266.89     | 270.19  | cumple   | 210 | cumple    |
| Concreto patrón   | TE-01, 02 y 03 | 165.44  | 201.91     | 251.87     | 268.86     |   |  | 210 |           |
| 12% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 166.00  | 211.48     | 235.04     | 261.63     |   |  | 210 |           |
| 12% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 160.40  | 194.93     | 250.48     | 266.89     | 268.38  | cumple   | 210 | cumple    |
| 12% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 156.90  | 214.32     | 250.41     | 276.63     |   |  | 210 |           |
| 18% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 150.90  | 200.13     | 196.07     | 219.20     |   |  | 210 |           |
| 18% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 152.82  | 205.93     | 191.54     | 205.60     | 209.07  | no cumple  | 210 | cumple    |
| 18% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 161.94  | 180.84     | 210.95     | 202.42     |   |  | 210 |           |
| 22% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 150.73  | 157.96     | 178.31     | 185.45     |   |  | 210 |           |
| 22% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 154.18  | 180.65     | 171.49     | 154.81     | 178.28  | no cumple  | 210 | no cumple |
| 22% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 138.35  | 166.70     | 169.45     | 194.58     |   |  | 210 |           |

Tabla 31: Data de resistencia a flexión del concreto liviano

| Muestras          |                | Esfuerzo en flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) |         |         |         |
|-------------------|----------------|---|---------|---------|---------|
|                   |                | 7 días                                    | 14 días | 21 días | 28 días |
| Concreto patrón   | TE-01, 02 y 03 | 46.64                                     | 39.82   | 40.13   | 41.35   |
| 12% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 28.71                                     | 32.12   | 35.90   | 37.27   |
| 18% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 28.15                                     | 31.51   | 35.39   | 36.46   |
| 22% de roca pómez | TE-01, 02 y 03 | 27.84                                     | 31.10   | 34.57   | 35.28   |



**Anexo N°07: Fotografía de la aplicación del instrumento**

## 1. GRANULOMETRÍA NTP 400.012



Fotografía N° 1: Tamizado del agregado a) fino y b) grueso

Nota: Propia.

## 2. EVALUACION DE PROPIEDADES DEL AGREGADO



Fotografía N° 2: Evaluación de A) peso específico y absorción, B) PUC y PUS, del AF y del AG.

Nota: Propia.

### 3. MATERIALES DE MEZCLA DE CONCRETO



A)

B)



c)

d)

Fotografía N° 3: Presentación de materiales a) agregados, b) agregado fino, c) cemento y d) agua.

*Nota: Propia*

### 3.1. EVALUACION DE PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO



A)



B)



c)



d)

Fotografía N° 4: Evaluación de las propiedades a) temperatura, b) asentamiento, c) contenido de aire y d) evaluación de temperatura

Nota: Propia

### 3.2. ELABORACION DEL CONCRETO CON PIEDRA PÓMEZ AL 12%



Fotografía N° 5: Materiales empleados a) AG y b) AF, agregados con el 12% de piedra pómez al 12%. De acuerdo a NTP 339.183.

Nota: Propia

### 4. PROPIEDADES DE LA MEZCLA



Fotografía N° 6: Medición de a) temperatura, b) asentamiento y c) contenido de aire, empleando piedra pómez al 12%. De acuerdo a NTP 339.184.

Nota: Propia

#### 4.1. ENCOFRADO DE PROBETAS Y VIGAS

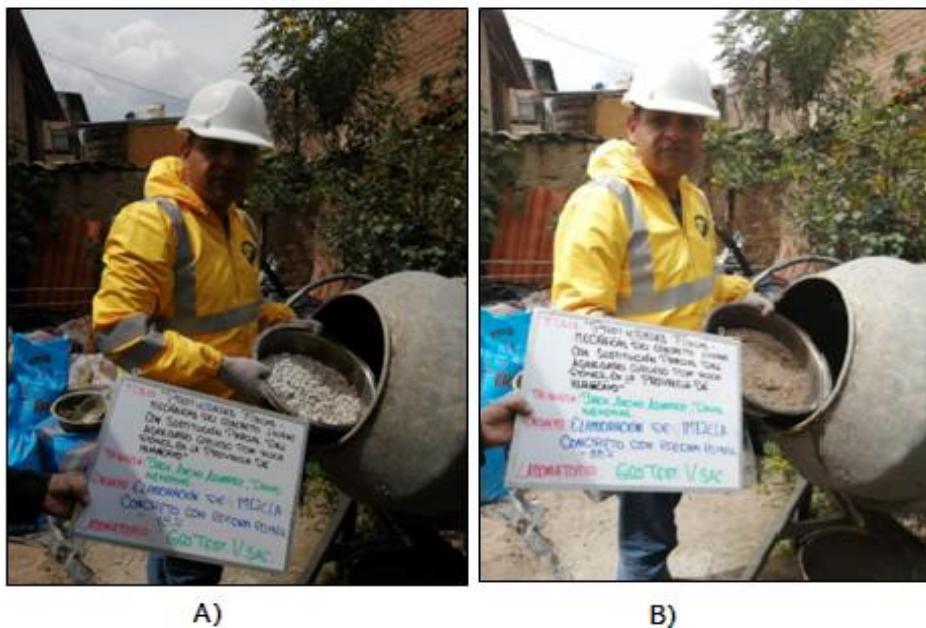


Fotografía N° 7: Elaboración de A) probetas y b) vigas, con piedra pómez al 12 %. De acuerdo a NTP 339.183.

Nota: Propia

### 5. ELABORACION DE CONCRETO EMPLEANDO PIEDRA PÓMEZ AL 18%

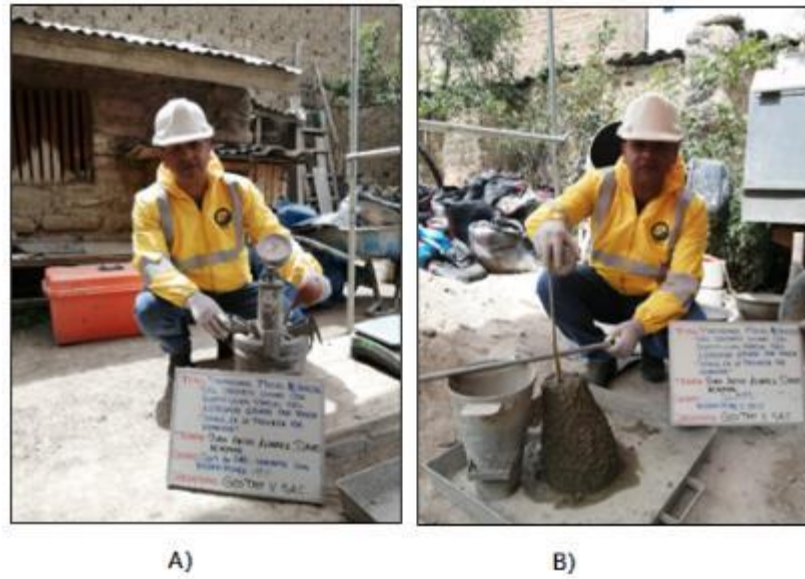
#### 5.1. MATERIALES DE MEZCLA DE CONCRETO



Fotografía N° 8: Materiales empleados AG, AF, agregados con el 18% de piedra pómez al 12%, cemento y agua. De acuerdo a NTP 339.183.

Nota: Propia

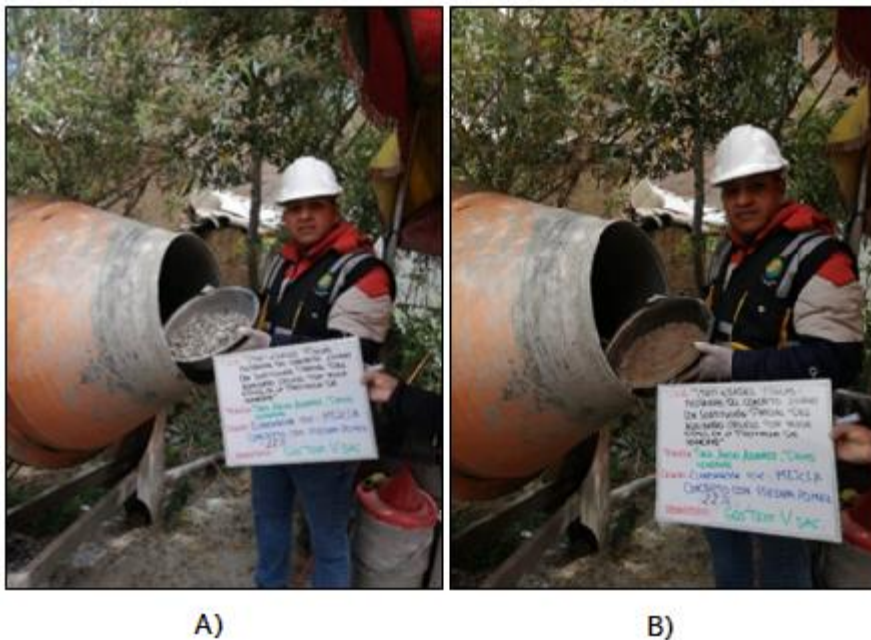
## 5.2. CARACTERIZACION DE PROPIEDADES



Fotografía N° 9: Prueba de contenido de aire, b) asentamiento y c) Medición de la temperatura del concreto con adición de piedra pómez al 18%. De acuerdo a NTP 339.184.

Nota: Propia

## 6. ELABORACION DE CONCRETO CON ADICIÓN DE PIEDRA PÓMEZ AL 22%



Fotografía N° 10: Materiales empleados a) AG, b) AF, los agregados están con la adición de piedra pómez al 22%, cemento y agua.

Nota: Propia

## 6.1. PROPIEDADES DEL HORMIGON



Fotografía N° 11: LAS propiedades en estado fresco es de a) prueba de temperatura, b) asentamiento (Slump) y c) contenido de aire, del concreto con piedra pómez al 22%.

Nota: Propia

## 6.2. RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CONVENCIONAL



Fotografía N° 12: Ensayo de resistencia a la flexión 7 días, 14 días, 21 días y 28 días del concreto convencional.

Nota: Propia



## 7. EVALUACION DEL F'c DEL CONCRETO CONVENCIONAL



Fotografía N° 13: Ensayo de resistencia a la compresión, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días del concreto convencional.

Nota: Propia

### 7.1. PRUEBA PARA EL CALCULO DEL MODULO DE ROTURA A DEL CONCRETO CON 12% DE PIEDRA PÓMEZ



Fotografía N° 14: Ensayo de resistencia a la flexión (valor del MR) 7 días, 14 días, 21 días y 28 días del concreto con 12% de piedra pómez.

Nota: Propia

## 7.2. PRUEBA PARA EL CALCULO DEL F' C DEL CONCRETO CON 12% DE PIEDRA PÓMEZ



Fotografía N° 15: Ensayo de resistencia a la compresión, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días del concreto con 12% de piedra pómez.

Nota: Propia

## 7.3. PRUEBA PARA EL CALCULO DEL F' C DEL CONCRETO CON PIEDRA PÓMEZ AL 18%



Fotografía N° 16: Ensayo de resistencia a la compresión, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días del concreto con 18% de piedra pómez.

Nota: Propia

#### 7.4. RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON PIEDRA PÓMEZ AL 22%



Fotografía N° 17: Ensayo de resistencia a la flexión (valor del MR) 7 días, 14 días, 21 días y 28 días del concreto con 22% de piedra pómez.

Nota: Propia

#### 7.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO CON PIEDRA PÓMEZ AL 22%



Fotografía N° 18: Ensayo de resistencia a la compresión, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días del concreto con 22% de piedra pómez.

Nota: Propia