

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO**  
**“BENEDICTO XVI”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  
F'C=210 KG/CM<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Br. Rodríguez Córdova, Anderson  
<https://orcid.org/0009-0006-8320-6101>

**ASESORA**

Ms. Gómez Macedo, Claudia Roxana  
<https://orcid.org/0009-0005-8583-3021>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Infraestructura, edificaciones y construcción

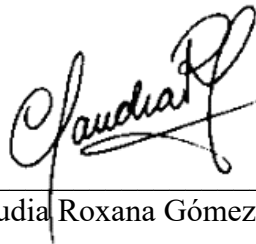
**TRUJILLO - PERÚ**

**2025**

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Yo, **Ms. Claudia Roxana Gómez Macedo**, identificado con DNI N° **71994247**, como asesora del trabajo de investigación titulado **“INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2, HUAMANGA AYACUCHO 2025”**, desarrollado por el egresado **Anderson Rodríguez Córdova** con DNI N° **73866613** del **Programa de Estudios de Ingeniería Civil**; considero que dicho trabajo reúne las condiciones técnicas y científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



---

Ms. Claudia Roxana Gómez Macedo

Asesora

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**EXMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, S.J.**

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

**DR. MARCOANTONIO PACHERRES TORREJÓN**

Rector de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

**DRA. SILVIA ANA VALVERDE ZAVALA**

Vicerrectora Académica

**DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO**

Vicerrectora de Investigación

**MS. HENRY ALEXANDER CHIPANA SALDAÑA**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN**

Secretaria General

## **DEDICATORIA**

A mis ascendientes

Aquilino y Andrea, personas con incalculable amor construyeron mi cimiento para continuar la vida, me enseñaron a tener sólidos valores morales. Asimismo, me proporcionaron palabras de aliento y consejos sabios para fortalecerme en mi crecimiento personal y profesional.

A mis parientes

Adderly y Cledy, quienes son compañeros incondicionales en el largo viaje llamado vida, su apoyo y momentos compartidos han sido un pilar fundamental en mi crecimiento haciendo que cada desafío fortaleciera nuestro vínculo, convirtiéndonos más que en una familia.

**Anderson Rodríguez Córdova**

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco al Señor Dios Todopoderoso por derramar sus bendiciones sobre mí, darme la fuerza positiva, la sabiduría, la inteligencia y la fortaleza para elaborar mi investigación.

Al Ing. Javier Chávez Peralta, representante legal de la empresa INGEOREXA (Ingeniería, Geotecnia y Geología), Le agradezco sinceramente por la confianza depositada en mí al autorizar el uso de su laboratorio para la realización de los ensayos necesarios.

A la Ing. Claudia Roxana Gómez Macedo, asesora de mi tesis; le manifiesto mi profundo agradecimiento por su valioso conocimiento, su orientación constante y por inspirarme a culminar esta investigación.

A todos los docentes de la Universidad, y en especial a aquellos que marcaron mi formación, les expreso mi agradecimiento por compartir sus conocimientos a lo largo de mi trayectoria académica, fortaleciendo mi vocación por la ingeniería, la cual llevaré siempre conmigo.

**Anderson Rodríguez Córdova**

**Autor**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Anderson Rodríguez Córdova**, con DNI N.º **73866613**, egresado del **Programa de estudios de Ingeniería Civil** de la **Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”**, doy fe de que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos establecidos por la **Facultad de Ingeniería y Arquitectura** para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2, HUAMANGA AYACUCHO 2025”**, el cual consta de un total de **222 páginas**, incluyendo tablas y figuras y **162 páginas de anexos**.

Dejo constancia de la **originalidad y autenticidad** de la mencionada investigación y declaro, bajo juramento y en cumplimiento de los principios éticos, que el contenido del documento es **de mi exclusiva autoría** en cuanto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están debidamente sustentados en fuentes bibliográficas, asumiendo la responsabilidad de cualquier omisión involuntaria en la citación de autores.

En este sentido, declaro que el uso de herramientas de inteligencia artificial en el presente trabajo se ha limitado exclusivamente a la mejora de la redacción y corrección de errores gramaticales y sintácticos, sin que ello haya influido en la generación del contenido, análisis o interpretación de los resultados de la investigación.

Del mismo modo, reconozco que cualquier vulneración a los derechos de autor derivada del presente trabajo será de mi exclusiva responsabilidad, asumiendo las consecuencias académicas y legales que pudieran derivarse conforme a la normativa vigente.

*El autor*



---

**Br. Anderson Rodríguez Córdova**  
**DNI: 73866613**

## ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD .....	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	6
ÍNDICE .....	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT .....	11
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. METODOLOGÍA .....	30
2.1.    Enfoque, tipo.....	30
2.2.    Diseño de investigación.....	30
2.3.    Población y muestra.....	30
2.4.    Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	31
2.5.    Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	31
2.6.    Aspectos éticos en investigación .....	32
III. RESULTADOS.....	33
3.1.    Propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla.....	33
3.2.    Propiedades físicas y químicas de la puzolana .....	36
3.3.    Resistencia a compresión y flexión del concreto.....	37
3.3.1.    Resistencia a compresión.....	37
3.3.2.    Resistencia a flexión.....	41
3.4.    Costos .....	46
IV. DISCUSIÓN.....	49
V. CONCLUSIONES .....	54
VI. RECOMENDACIONES .....	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Consistencia de diseño</i> .....	23
<b>Tabla 2</b> <i>contenido porcentual de sustancias químicas para un material puzolánico</i> ....	25
<b>Tabla 3</b> <i>Resultado de las propiedades físicas de los agregados</i> .....	33
<b>Tabla 4</b> <i>Resultado para el diseño de mezcla</i> .....	33
<b>Tabla 5</b> <i>Diseño de mezcla para el concreto con 0% puzolana volcánica</i> .....	34
<b>Tabla 6</b> <i>Diseño de mezcla para un concreto con 3% puzolana volcánica</i> .....	34
<b>Tabla 7</b> <i>Diseño de mezcla para un concreto con 5% puzolana volcánica</i> .....	34
<b>Tabla 8</b> <i>Diseño de mezcla para un concreto con 7% puzolana volcánica</i> .....	35
<b>Tabla 9</b> <i>Asentamientos del concreto</i> .....	35
<b>Tabla 10</b> <i>Peso unitario del concreto fresco</i> .....	35
<b>Tabla 11</b> <i>Resultado de las propiedades físicas de la puzolana volcánica</i> .....	36
<b>Tabla 12</b> <i>Resultado de las propiedades químicas de la puzolana volcánica</i> .....	36
<b>Tabla 13</b> <i>Resultado de ensayo a resistencia a compresión (0%)</i> .....	37
<b>Tabla 14</b> <i>Resultado de ensayo a resistencia a compresión (3%)</i> .....	38
<b>Tabla 15</b> <i>Resultado de ensayo a resistencia a compresión (5%)</i> .....	39
<b>Tabla 16</b> <i>Resultado de ensayo a resistencia a compresión (7%)</i> .....	39
<b>Tabla 17</b> <i>Resultado general de ensayo a resistencia a compresión</i> .....	40
<b>Tabla 18</b> <i>Resultado de ensayo a resistencia a flexión (0%)</i> .....	42
<b>Tabla 19</b> <i>Resultado de ensayo a resistencia a flexión (3%)</i> .....	42
<b>Tabla 20</b> <i>Resultado de ensayo a resistencia a flexión (5%)</i> .....	43
<b>Tabla 21</b> <i>Resultado de ensayo a resistencia a flexión (7%)</i> .....	44
<b>Tabla 22</b> <i>Resultado general de la prueba de resistencia a flexión</i> .....	45
<b>Tabla 23</b> <i>Resultado de costos de producción del concreto por m<sup>3</sup> con diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup></i> .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Matriz para prueba de trabajabilidad</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Máquina de ensayo de los ángeles</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Disposiciones habituales de fracturas</i> .....	28
<b>Figura 4</b> <i>Máquina de prueba para la resistencia a flexión de concreto</i> .....	29
<b>Figura 5</b> <i>Resistencia a compresión del concreto con 0 % de puzolana volcánica</i> .....	38
<b>Figura 6</b> <i>Resistencia a compresión del concreto con 3% de puzolana volcánica</i> .....	38
<b>Figura 7</b> <i>Resistencia a compresión del concreto con 5% de puzolana volcánica</i> .....	39
<b>Figura 8</b> <i>Resistencia a compresión del concreto con 7% de puzolana volcánica</i> .....	40
<b>Figura 9</b> <i>Resistencia a compresión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de puzolana volcánica</i> .....	41
<b>Figura 10</b> <i>Resistencia a compresión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de P.V. (%)</i> .....	41
<b>Figura 11</b> <i>Resistencia a flexión del concreto con 0% de puzolana volcánica</i> .....	42
<b>Figura 12</b> <i>Resistencia a flexión del concreto con 3% de puzolana volcánica</i> .....	43
<b>Figura 13</b> <i>Resistencia a flexión del concreto con 5% de puzolana volcánica</i> .....	43
<b>Figura 14</b> <i>Resistencia a flexión del concreto con 7% de puzolana volcánica</i> .....	44
<b>Figura 15</b> <i>Resistencia a flexión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de puzolana volcánica</i> .....	45
<b>Figura 16</b> <i>Resistencia a flexión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de puzolana volcánica (%)</i> .....	46
<b>Figura 17</b> <i>Costo de producción del concreto con cada porcentaje de puzolana</i> .....	47
<b>Figura 18</b> <i>Variación del costo del concreto con cada porcentaje de puzolana</i> .....	47

## RESUMEN

Esta presente investigación se realizó teniendo como objetivo principal, determinar la influencia de la adición de puzolana volcánica en la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , con porcentajes de 3%, 5% y 7%. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, explicativa y diseño experimental. La muestra está asociado a un total de 64 testigos para la resistencia a compresión y 48 vigas para la resistencia a flexión; ensayadas en 7, 14, 21 y 28 días. Las técnicas usadas fueron la observacional y análisis documentarios, los instrumentos fueron la observación y fichas de resumen. Como resultado de los agregados, se obtuvo propiedades físicas óptimas para el diseño de mezcla con asentamientos de 3" a 4", lo que corresponde a un diseño de mezcla plástica. Con el resultado químico de la puzolana, se determinó que es un material puzolánico. En la resistencia a compresión se identificó que el concreto con 3% y 5% de puzolana tienen un mejor comportamiento una vez transcurridos 28 días con resultados de 353.10 y 349.03 kilogramos por centímetro cuadrado de manera respectiva, a comparación del concreto de control con 335.98  $\text{kg/cm}^2$ . En cambio; en la resistencia a flexión el concreto con 3% del material adicionado tienen un mejor desempeño a los 28 días con resultado de 46.99  $\text{kg/cm}^2$  a comparación del concreto de control con 44.26  $\text{kg/cm}^2$ . Se evidenció que la puzolana volcánica tiene un efecto beneficioso en la resistencia a compresión y flexión del concreto.

**Palabras clave:** Puzolana volcánica, concreto, resistencia a compresión, resistencia a flexión.

## ABSTRACT

This research was carried out with the main objective of determining the influence of volcanic pozzolan addition on the compressive and flexural strength of concrete with a design strength of  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , using replacement percentages of 3%, 5%, and 7%. The methodology employed was quantitative in approach, applied, explanatory, and based on an experimental design. The sample consisted of a total of 64 cylinders for compressive strength tests and 48 beams for flexural strength tests, evaluated at 7, 14, 21, and 28 days. The techniques used were observational and documentary analysis, and the instruments included direct observation and summary sheets. As a result of the aggregate characterization, optimal physical properties were obtained for the mix design, with slump values ranging from 3" to 4", corresponding to a plastic mix design. From the chemical analysis of the pozzolan, it was determined that it meets the characteristics of a pozzolanic material. Regarding compressive strength, it was identified that concrete with 3% and 5% volcanic pozzolan exhibited better performance after 28 days, reaching values of 353.10 and 349.03  $\text{kg/cm}^2$ , respectively, compared to the control concrete with 335.98  $\text{kg/cm}^2$ . In contrast, for flexural strength, the concrete with 3% addition of volcanic pozzolan achieved superior performance at 28 days, with a value of 46.99  $\text{kg/cm}^2$  compared to the control concrete with 44.26  $\text{kg/cm}^2$ . It was evidenced that volcanic pozzolan has a beneficial effect on both the compressive and flexural strength of concrete.

**Keywords:** Volcanic pozzolan, concrete, compressive strength, flexural strength.

## I. INTRODUCCIÓN

Frente a los impactos del cambio climático a nivel mundial, una estrategia innovadora para abordar los criterios de protección ambiental es la disminución de las emisiones contaminantes responsables del cambio climático. Por ejemplo, en la industria de la construcción, se hace imperativo reducir la producción de cemento, el cual es el elemento principal del concreto y genera una gran cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por motivos tanto ambientales como económicos, resulta crucial producir concreto con un menor impacto ecológico, empleando adiciones minerales disponibles para reemplazar parte del cemento (Dada et al., 2021).

Según Aly & Mantawy, (2025) menciona que la producción y utilización del concreto, considerado el principal suministro más empleados en el rubro constructivo, representan un factor clave de emisiones contaminantes responsables al cambio del clima, aportando cerca al siete y ocho por ciento del total de emanaciones de carbono a escala global. Los compuestos convencionales basados en cemento presentan un notable impacto ambiental, con efectos adversos sobre la salud humana, el entorno natural y los ecosistemas.

A nivel internacional, Al-Fadala et al. (2017) afirma que, en Kuwait, las compañías de cemento solo fabrican cemento Portland de Tipo I y Tipo V, y aunque el sector de la construcción sigue empleando principalmente cemento Portland para la mayoría de los proyectos, se observa un mejor desempeño del concreto mezclado en áreas con ambientes agresivos donde la corrosión por cloruro y sulfato es prevalente. A pesar de ello, se utilizan ampliamente en esta región materiales cementosos suplementarios importados, como cenizas volantes, escoria y humo de sílice, para la producción de concreto, lo que incide en la sostenibilidad debido al incremento de los costos logísticos y la huella de carbono asociada a estos materiales.

En el ámbito nacional, en Lima Perú, Corimanya, (2023) hizo un estudio para conocer de qué manera la ceniza volcánica incide el desempeño estructural del concreto permeable con capacidad de soportar 210 kg/cm<sup>2</sup> a compresión, empleando diferentes proporciones de ceniza volcánica extrayendo el cemento en ciertos porcentajes y para adicionar la puzolana. El objetivo era evaluar su impacto en la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto.

A nivel local, en Ayacucho; refleja una problemática similar a la abordada por los autores mencionados anteriormente. A pesar de la abundante presencia de la puzolana

volcánica, esta no es aprovechada como un insumo sustitutorio para la producción de cemento, lo cual podría contribuir favorablemente en la disminución de la polución del entorno natural y mejorar los atributos del concreto. En consecuencia, esta investigación busca emplear la puzolana volcánica como una opción de sustitución parcial del cemento, explorando su potencial en la industrialización de la construcción. En este sentido, se lleva a cabo una investigación en Ayacucho que demuestra cómo la puzolana volcánica puede ser utilizada como materia prima, y se obtienen resultados prometedores en términos de la capacidad de compresión del concreto.

Por tal razón, se formuló los siguientes problemas, siendo la principal: ¿De qué manera influye la adición de puzolana volcánica en la resistencia a compresión y flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Huamanga Ayacucho 2025? y como problemas específicos, se plantearon las siguientes preguntas: ¿ Cuáles son las propiedades físicas de los agregados que se usaran en el diseño de mezcla del concreto con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>?, ¿ Cuáles son las propiedades físicas y químicas de la puzolana volcánica para elaborar un concreto con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>?, ¿ Cómo influye la adición de puzolana volcánica en 0%, 3%, 5% y 7% en la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>? y ¿ Cómo varía el concreto con adición de puzolana volcánica en el costo a comparación del concreto sin adición, para un diseño de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>?

Con relación a la justificación, desde la relevancia social, esta investigación busca beneficiar a la población de Ayacucho sobre el impacto de la puzolana volcánica en la optimización de la capacidad mecánica del concreto, promoviendo medidas preventivas para mejorar la alteración del entorno ambiental y el bienestar de la comunidad. Dado que la fabricación de cemento es una fuente significativa de contaminación, su sustitución parcial por puzolana volcánica podría beneficiar a la metrópoli. De igual forma, en cuanto a la relevancia teórica, este proyecto tiene el propósito a explicar de como la puzolana volcánica tiene ciertas características que puede aumentar la capacidad resistente a esfuerzos de compresión y flexión del concreto, bajo la perspectiva metodológico, la presente investigación empleó como instrumentos las fichas técnicas, así como el uso de normativas peruanas e internacionales. En cuanto a la justificación ambiental se basa en la necesidad de abordar la alta contaminación generada por la fabricación de cemento, que puede provocar daños en la atmosfera, contaminación del agua. La inclusión de ceniza volcánica en el concreto puede generar beneficios ambientales al reducir la contaminación asociada con la producción de cemento, Ayudando de esta manera a atenuar las repercusiones ambientales venideras. Desde el punto de vista económico, la

adición de la puzolana volcánica en el concreto en diferentes proporciones (3%, 5% y 7%) tiene como objetivo reducir las contaminaciones ambientales y los costos de producción de concreto. Esto se traduciría en ganancias económicas para la región, ya que cuenta con muchas canteras de puzolana volcánica para su respectiva explotación que se calcula que duraría por un periodo de más de 200 años.

Por otra parte, se estableció los siguientes objetivos: El objetivo general que se planteó; determinar la influencia de la adición de puzolana volcánica en la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Huamanga Ayacucho 2025. De igual manera, se plantearon los siguientes objetivos específicos: Determinar las propiedades físicas de los agregados que se usaran en el diseño de mezcla para el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Determinar las propiedades físicas y químicas de la puzolana volcánica para elaborar un concreto con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Determinar la influencia de la adición de puzolana volcánica en 0%, 3%, 5% y 7% en la resistencia a la compresión y flexión del concreto y evaluar el costo del concreto con adición de puzolana volcánica, comparándola con el concreto sin adición, para un diseño de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

De igual forma, como hipótesis general se planteó: La adición de puzolana volcánica influye en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Huamanga Ayacucho 2025. Asimismo, como hipótesis específicas se planteó: Las propiedades físicas de los agregados influyen de manera positiva en el diseño de mezcla del concreto con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, las propiedades físicas y químicas de la puzolana volcánica tienen un efecto positivo para elaborar un concreto con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, la adición de puzolana volcánica en 0% 3%, 5% y 7% influye positivamente en la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y el costo del concreto con adición de puzolana volcánica será menor a comparación con el concreto sin adición, para un diseño de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Dentro de la presente investigación se establecieron los siguientes antecedentes: internacionales, nacionales y locales, con el fin de discutir los resultados obtenidos en esta investigación.

En Argelia, Derrouiche et al. (2025), cuyos autores del artículo científico, plantearon como objetivo analizar el impacto que tiene el reemplazo en parte del cemento por puzolana natural, con porcentajes que van desde el 0 % al 50 %, en lo referente a las propiedades físicas, mecánicas y la durabilidad del concreto. Dentro de la metodología, se basó en la investigación experimental. Los resultados obtenidos según el análisis en el asentamiento; hasta el 20% con puzolana, la trabajabilidad estuvo en rangos estipulados

de la norma, pero mayores a 20% pierden su plasticidad. Al incorporar puzolana en una cantidad hasta el 20% muestran un rendimiento muy bueno, teniendo una resistencia a compresión de 63.8 MPa a la edad de 28 días; en cambio la muestra de control tuvo una resistencia de 68.5 MPa a la misma edad. Mientras tanto al comparar las resistencias a los 180 días la mezcla con veinte por ciento de material puzolánico alcanza una resistencia compresiva de 84.4 MPa frente al concreto de referencia con una resistencia de 78.2 MPa. Las resistencias a flexión no tuvieron un cambio significativo para adiciones de 10% y 20% al comparar la muestra de control, en cambio el concreto con puzolanas mayores a 20% disminuyen de manera gradual con relación a la capacidad de flexión. En conclusión, el incremento de la puzolana a mayor porcentaje disminuye la trabajabilidad, afectando en cuanto a la resistencia a compresión en una fase inicial y aumentando a largo plazo por propiedad de reactivación de la puzolana.

En Irak, Hamada et al. (2023) realizaron una investigación cuyo objetivo fue analizar los resultados de investigaciones anteriores utilizando la ceniza volcánica y la puzolana natural en el concreto aumentados en diferentes porcentajes con respecto al cemento para observar los efectos sobre sus propiedades del concreto y el cemento. Dentro de la metodología, se basó en la investigación experimental. Los resultados obtenidos según el análisis en sus componentes químicos de la puzolana en el porcentaje total de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  fueron mayor a un 76% indicando que efectivamente que es un material de origen puzolánico según la norma ASTM C618, Al observar las propiedades físicas de la puzolana dentro de su gravedad específica vario en el rango de 2.4 a 2.7, estos variaban según el tipo de material puzolánico, la adición de 5%, 10%, 15% y 20% de la puzolana natural condujo a una disminución en las propiedades de densidad con respecto al cemento en un porcentaje promedio de 1.5% al tener baja densidad la puzolana, en cambio al adicionar 25% de puzolana reduce el asentamiento del concreto de un 65% en cambio en la adición de 0% a 15% no hubo impacto respecto a la trabajabilidad, la resistencia a la compresión se redujo en todas las etapas del concreto frente a un aumento desde la adición de 5% hasta el 15% de la puzolana. En la resistencia a flexión en todas las edades y de 10% al 30% de adición de la puzolana fueron menores a la muestra de control. En conclusión, las cenizas volcánicas presentan propiedades que son similares al cemento, la cual pueden sustituirse, el uso de la puzolana en altos porcentajes reduce en el concreto la trabajabilidad y densidad. Existe un incremento en las propiedades de resistencia a compresión del concreto al adicionar la puzolana.

En Argelia, Omrane & Rabehi (2020) desarrollaron una investigación con el propósito de evaluar las cualidades físicas y mecánicas del concreto compuesto por agregados y puzolana natural. Dentro de su metodología usó la experimental como diseño. Tal es así que el resultado de densidad de la puzolana natural fue de 2.45 g/cm<sup>3</sup>. Frente a la resistencia de compresión y flexión tuvo resultados mayores de 22.86% hasta 39.53% en las edades de 120 días de curado y son menores a los 28 y 90 días de edad del concreto, para todas las tasas de adición de 0%, 5%, 10% y 15% de puzolana natural, este aumento se debe al proceso de absorción. En conclusión, los comportamientos mecánicos del concreto junto a la puzolana son casi equivalentes a las del concreto sin puzolana; además la incorporación de la puzolana genera un impacto altamente beneficioso en la disminución de la porosidad sobre el concreto endurecido, comprobado así, una solidez entre la resistencia compresiva (MPa), la conductividad térmica y los espacios porosos abiertos.

En Siria, según Al-swaïdani (2021), realizó una investigación cuyo objetivo fue presentar los efectos de la puzolana volcánica al tener en tamaños muy pequeños en cuanto a los parámetros del concreto, especialmente en la resistencia a la compresión. En el marco metodológico, se basó en la investigación experimental. Los resultados obtenidos según el análisis al incorporar puzolana a nivel micro y nano, en una cantidad de 0% al 50% y del 0% al 5% respectivamente, ante resistencias a compresión en los concretos de 30% de puzolana Micro y 3% de nano han registrado 21.5 MPa y 39MPa respectivamente, registrando superioridad en un 23%, en 7 días de curado; en los 180 días de curado, la adición puzolana a nivel micro en 30% alcanzo 50.57 MPa a diferencia de la adición puzolana a nivel nano en 3% que alcanzo 56.03MPa teniendo un aumento de 11%. En conclusión, una mínima cantidad (3%) de puzolana natural a nivel nano puede ser de beneficio para encontrar una resistencia a compresión mayor en contraste a la adición de puzolana a nivel micro en 30%, generando así un aumento en los parámetros de la capacidad de soportar esfuerzos de compresión y tracción del concreto al adicionar la puzolana.

En Juliaca, de acuerdo Huacasi (2022), ejecutó un estudio, orientado a determinar de cómo influye la puzolana natural de tipo toba volcánica con adición de cinco, diez y quince por ciento en sus parámetros físicos del concreto  $f'_{c210}$ kg/cm<sup>2</sup>. El estudio es de tipo aplicada y en cuanto a su profundidad es explicativa, diseño cuasi- experimental y enfoque cuantitativo. Como resultado, los asentamientos con la prueba de slump de 0%, 5%, 10% y 15% son de 4", 4", 3.5" y 3" respectivamente, los resultados en el peso unitario

disminuyen a medida que la adición porcentual de puzolana aumenta. Las temperaturas son de 17.2°C, 19.3°C, 19.8°C, 21.9°C aumentando al adicionar la puzolana de 0% hasta 15% y en la resistencia a compresión, la sustitución de 5% al cumplirse 7 días se muestra como un porcentaje óptimo, al igual de 14 y 28 días, teniendo fallas más comunes de tipo 3 y 5. Se culminó que la incorporación de puzolana natural. Influye en el marco de trabajabilidad del concreto de manera positiva, los pesos unitarios disminuyen manteniéndose dentro del parámetro establecido, la resistencia del concreto alcanzo a un óptimo a los 28 días al incorporar puzolana natural de tipo toba volcánica en un 5%, superando su resistencia del concreto de control.

En Cusco, Chalco (2022) realizó una investigación, con el objetivo determinar las propiedades del agregado tales como físicas y mecánicas adicionando la piedra pómez en 0%, 10%, 20% y 30%. Es una investigación de tipo aplicada, con un diseño experimental de método científico y de naturaleza explicativa. Los resultados alcanzados en la humedad de los agregados grueso y fino son de 0.13% y 0.59% respectivamente y teniendo 3.52 del valor de finura del agregado fino, en cuanto a los cálculos registrados en los pesos unitarios se usó el suelto teniendo un producto de 1408.55 y 1508.29 kg/m<sup>3</sup> para cada uno de los agregados respectivamente, 1720.52 y 1708.69 kg/m<sup>3</sup> de masa unitaria varillada para el agregado grueso y fino. El peso específico y permeabilidad del agregado fino resultó 2.59 gr/cm<sup>3</sup> y 0.62% respectivamente y los resultados para el agregado grueso tuvo un 0.78% de absorción y 2.58 gr/cm<sup>3</sup> de peso específico. En lo que respecta a la consistencia del concreto disminuye de manera periódica al adicionar el 10%, 20% y 30% de la piedra pómez. En el proceso de diseño de mezclas se realizó bajo la regulación de las normativas del método ACI 211.1. En la resistencia; la adición de todos los porcentajes disminuye de forma relevante en la resistencia a compresión durante todas las etapas de maduración. En cuanto a la resistencia a flexión durante 7 días para adición de 0% y 10% de la puzolana se obtuvo un módulo de rotura de 25.9 y 25.1 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, siendo esta con mayor significancia, a comparación de la adición de los otros porcentajes y en las edades teniendo una menor resistencia a flexión frente al concreto de control. En conclusión, la resistencia que se presenta con mejores resultados es con la adición del 10% de puzolana ya que a las edades de 7 días llega a una resistencia a flexión similar al del concreto de control.

En Lima, Carrera & Lino (2021) llevaron a cabo una investigación; cuyo objetivo fue determinar cómo influye con respecto a los parámetros mecánicos del concreto permeable con fuerza de compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> mediante la incorporación de 0%,

2.5%, 5% y 7.5%, 10% y 12.5% de ceniza de origen volcánico a lo largo de las etapas de 7, 14 y 28 días. Por otra parte, La metodología por su finalidad es aplicada, de diseño experimental, nivel descriptivo correlacional y enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos en esta tesis, menciona que, a los 7 y 28 días de curado, la resistencia del concreto con 2.5 y 5% de ceniza volcánica supera al concreto de control siendo de 152, 153, 217, 215 kg/cm<sup>2</sup> frente a 150 y 213 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en cambio en los otros porcentajes y edades disminuyen de forma notable la resistencia. En la resistencia a flexión durante las etapas de siete y catorce en el periodo de curado los concretos con 2.5, 5 y 7.5% de ceniza volcánica supera al concreto de control; en cambio a la edad de 28 días el concreto con 2.5% de ceniza supera al concreto de control. En conclusión, la incorporación del 2.5% de ceniza volcánica en el concreto incide de modo favorable en las resistencias de compresión y flexión en todas las edades, esta hace que esta puzolana modifique los parámetros mecánicos del concreto.

En Cajamarca, Briones (2023) realizó una investigación, dirigido a un objetivo de evaluar la incidencia de la integración de ocho, doce y dieciséis por ciento de puzolana natural en la resistencia del concreto  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  durante las edades de 7, 14 y 28 días. Por otra parte, La metodología por su finalidad es aplicada, de diseño experimental, nivel correlacional y enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos en esta tesis, menciona que el coeficiente de finura del agregado fino es de 3.08, 29.59% de abrasión para los agregados gruesos y de 5.76% de absorción que varía de manera significativa frente a la absorción de los agregados. Durante siete días del tratamiento del curado; la capacidad compresiva del concreto oscila entre el 68% y el 74%; en tanto a los 14 días del curado, esta resistencia varía entre 88% y 95%; pero los valores obtenidos fueron de 102% y 108% a los 28 días. Se concluye que la incorporación del 8% de puzolana en el concreto tiene una influencia positiva en la resistencia a compresión en todas las edades, en las edades de 14 y 28 días influyeron de manera positiva a la resistencia al ser adicionadas de 12% de puzolana volcánica; pero al agregar el 16% de puzolana repercute de forma negativa en la capacidad compresiva del concreto en todas las edades.

En Ayacucho, Farfan et al. (2024) desarrollaron una tesis cuyo objetivo fue determinar los parámetros físicos y químicos del concreto con fuerza de compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar puzolana de algarrobo en porcentajes de 0%, 5%, 8% y 12%. La metodología usada es de tipo aplicada, diseño cuasiexperimental, enfoque cuantitativo y el nivel de investigación es explicativa. Los resultados alcanzados dentro de este estudio en cuanto a la composición de la ceniza se obtuvieron mayor de 70% al sumar los

compuestos químicos de  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  cumpliendo así lo que establece las normas ASTM C618 para desempeñarse como un material de puzolana. El asentamiento del concreto de control y del concreto con ceniza estuvieron dentro de los parámetros de la norma ASTM C143; con asentamientos en rango de 3" a 4". En lo referente a la capacidad de soportar cargas a compresión a los 28 días de prueba se consiguió 243  $\text{kg/cm}^2$  del concreto de control y al adicionar la ceniza al 5% se registró una resistencia de 247  $\text{kg/cm}^2$  que resulto un valor más alto a comparación del concreto de control, tras 28 días de endurecimiento del concreto se evidenció resultados de 26, 29, 30 y 31  $\text{kg/cm}^2$ , para el concreto con 0%, 5%, 8% y 12% de ceniza respectivamente; así superando al concreto de control en todos los porcentajes. Se concluye que al adicionar en un 5% la ceniza alcanza a una resistencia optima que contribuye a mejorar las características estudiadas del concreto.

En Ayacucho, según Ruiz & Yupanqui (2023), tuvo como objetivo principal constatar el efecto en las cualidades mecánicas y físicas del concreto incorporando ceniza de cabuyo en 3%, 5% y 7%. La metodología usada en este estudio es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y de diseño cuasiexperimental. Los valores alcanzados fue que al hacer el ensayo químico de la ceniza se obtuvo un porcentaje mayor de 61.15% de dióxido de silicio y un menor de 13.22% de CaO. Los asentamientos hechos con el ensayo Slump; es de consistencia plástica, variables de 3" a 4"; teniendo mayor asentamiento el concreto con 5% de ceniza. En caso de la capacidad compresiva del concreto con una incorporación nula de ceniza tiene promedios de 274.09  $\text{kg/cm}^2$  durante los primeros 7 días de endurecimiento; que superan al concreto con todas las adiciones de ceniza, en los 14 días los concretos con 1, 3 y 5% de ceniza aumentan de manera gradual superando al concreto de control, siendo la más significativa la de 5% con 445.99  $\text{kg/cm}^2$ , lo mismo ocurre tras 28 días de endurecimiento con una resistencia de 514.30  $\text{kg/cm}^2$  para el concreto con 5% del material adicional. En la resistencia a flexión el concreto q supera es el de 5% en los 7 días y a los 14 y 28 días supera del 1% a comparación del concreto de control y los otros porcentajes. Concluyó que con las adiciones del material pulverizado de maguey se llegó a un concreto de consistencia plástica. Al sustituir 1%, 3% y 5% de ceniza de cabuya se pudo encontrar la sustitución optima que es con el 5% y 1%; puesto que con esto el concreto aumenta su propiedad a compresión y flexión respectivamente.

En Ayacucho, según Palacios (2021), en su estudio planteó como objetivo evaluar el efecto, comportamiento y trabajabilidad al adicionar la ceniza de coronta y nuez a un

concreto de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en porcentajes de 0.30%, 0.60% y 0.90%. La metodología usada es de tipo aplicada, diseño cuasiexperimental, enfoque cuantitativo y el nivel de estudio es explicativa. Los resultados alcanzados dentro de este estudio se registró que durante los primeros 7 días de prueba se alcanzó un valor medio de resistencia de 193.77 kg/cm<sup>2</sup> del concreto de control y al incorporar la ceniza de coronta en porcentajes de 0.30%, 0.60% y 0.90% se evidenció una resistencia de 225.4, 247.0 y 246.2 kg/cm<sup>2</sup> que fueron los mayores a comparación del patrón y la ceniza de nuez, durante la maduración de 14 días del concreto se determinó un resultado de 325.2 kg/cm<sup>2</sup> para el 0.30% de adición de ceniza de nuez y 324.1 kg/cm<sup>2</sup>, 313.8 kg/cm<sup>2</sup> para 0.60% y 0.90% de integración de ceniza de coronta; alcanzando superar al concreto de control y a los otros porcentajes. En la rotura a los 28 días de edad, la adición de ceniza del 0.60% de ceniza de coronta supero a todas las muestras en 403.9 0.60% y 0.90%. Se concluye que los pesos unitarios con la adición de las cenizas en sus porcentajes estudiados no incrementan en relación al concreto de control, dando lugar que el manejo sea influenciada positivamente a causa de la incorporación de las cenizas en ciertos porcentajes y las adiciones de las cenizas en 0.30%, 0.60% y 0.90% tiene un efecto favorable sobre los parámetros de resistencia comprensiva del concreto.

En Ayacucho, Méndez (2022) desarrolló una investigación cuyo objetivo fue determinar el impacto en las propiedades mecánicas y físicas del concreto adicionando ceniza de eucalipto en 3%, 5% y 7%. La metodología usada en esta investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y de diseño cuasiexperimental. Alcanzando resultados; al hacer el ensayo químico de la ceniza se obtuvo un porcentaje menor de 0.16% de azufre y un mayor de 78% de CO<sub>3</sub>, en la granulometría; el mayor tamaño de los agregados fino y grueso es de 1/4" y 3/4" respectivamente. En cuanto a los asentamientos hechos con el ensayo Slump; supera en 4" con la adición de 7% y siendo menor de 3.2" con la adición de ceniza en 3%. En caso de la resistencia a compresión el concreto con la incorporación nula de ceniza tiene promedios de 213, 252 y 321 kg/cm<sup>2</sup> a lo largo de las etapas de 7, 14 y 18 días respectivamente, en cuanto al 3%, 5% y 7% de sustitución alcanzan valores de 226, 274 y 337, 212, 232 y 291 kg/cm<sup>2</sup>, 210, 224 y 283 kg/cm<sup>2</sup> a lo largo de las etapas de 7, 14 y 28 días respectivamente. Concluyó que con las adiciones de ceniza de eucalipto se llegó a un concreto de consistencia plástica, los pesos unitarios en el concreto disminuyen cada vez que los porcentajes de ceniza se incrementa. Al sustituir 3, 5 y 7 por ciento de ceniza de aserrín de eucalipto se pudo encontrar la sustitución

óptima que es con el 3%; puesto que con esto el concreto aumenta su resistencia a compresión.

Las bases teóricas de esta investigación se sustentaron científicamente considerando las variables, dimensiones e indicadores involucrados:

El concreto suele estar conformado por una combinación de cemento, agregados, líquidos y componentes adicionales en su forma química. Al combinar estos elementos, se obtiene una masa que puede moldearse en diversas formas. Una vez que se seca, esta mezcla se convierte en un material sólido y duradero, capaz de resistir las fuerzas que actúan sobre él con el paso del tiempo. Su uso es fundamental en la construcción sostenible, ya que permite obtener estructuras con propiedades resistentes (Huacasi, 2022).

Es un material que está conformado por mortero de cemento, agregados y vacíos, es utilizado en proyectos de ingeniería. El diseño y las proporciones de los agregados son cruciales para observar el comportamiento mecánico (Cai et al., 2024).

El concreto se define como un material compuesto, en el cual el agua y el cemento actúan como aglutinantes, a esta mezcla se incorporan partículas de diferentes tamaños y, en ocasiones, se añaden aditivos. El propósito principal es lograr una dosificación que asegure la resistencia adecuada del concreto una vez endurecido, cumpliendo con las normas establecidas. Para ello, es fundamental elegir los componentes adecuados, garantizando que el concreto sea manejable, resistente y con la consistencia apropiada (Castillo & Gonzales, 2022).

El concreto, ampliamente utilizado en los dominios de la ingeniería y obras civiles, se considera una piedra artificial obtenida mediante la mezcla y posterior endurecimiento de agua, arena, grava y cemento. Se conoce como concreto de edad temprana aquel que ha sido curado durante un periodo menor a los 28 días establecidos como estándar, etapa en la cual ocurren los procesos más relevantes y decisivos en la evolución de sus propiedades mecánicas y estructurales (Fan et al., 2025).

Zhang et al. (2024), menciona que la composición y las propiedades del concreto actúan de manera importante en determinar la capacidad de fraguar de manera autónoma, la cual esta puede ser superada mediante si la selección de los elementos cementantes sean seleccionadas de manera correcta. Asimismo, el vínculo del agua y cemento es muy importante para certificar una absorción idónea y el futuro tratamiento de curación.

El cemento según la NTP 334.009 es obtenido al pulverizar Clinker, el cual está compuesto principalmente por silicatos de calcio con propiedades hidráulicas, y que

habitualmente contiene sulfato de calcio, además de caliza añadida en el transcurso del proceso de pulverización.

Es considerado como un material para la construcción obtenido mediante la proyección de Clinker, compuesto principalmente por silicato de calcio hidráulico. Durante su reducción a polvo, se le añade sulfato de calcio. Al entrar en interacción junto al agua, se genera una mezcla flexible y moldeable que actúa como aglutinante, permitiendo la cohesión de los agregados (Huacasi, 2022).

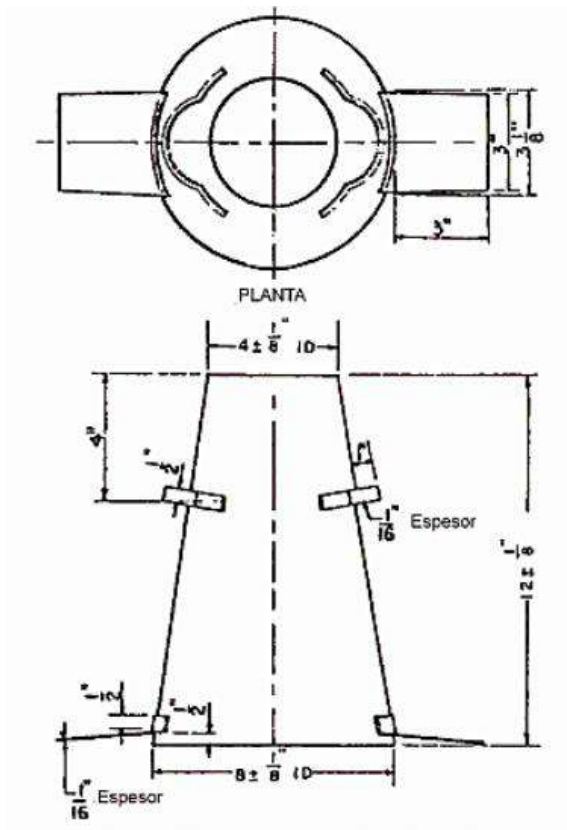
Además, esta misma norma clasifica el cemento portland en 4 tipos: El tipo I se usa de manera general, el tipo II es de empleo común y particular cuando se busca una resistencia media a sulfatos y al calor durante la saturación, el tipo III es usado cuando se necesitan resistencias iniciales elevadas y el tipo IV es usado cuando se requiere inferior calor de saturación.

El agua, no presenta sabores u olores son adecuados para preparar concreto. No obstante, ciertas aguas de uso restringido también se pueden utilizar en caso cumplan con determinados criterios. A escala nacional, es común usar agua no potable, especialmente en obras ubicadas en zonas rurales clasifican en agregado grueso y fino. La primera se origina después de fragmentarse natural o artificialmente.

Dentro de los parámetros del concreto se encuentran la fluidez y consistencia: En cuanto al concepto de trabajabilidad o fluidez se refiere al nivel de simplicidad con que el concreto puede manipularse en el momento de su instalación y consolidación, sin que pierda su uniformidad ni sufra dispersión de partículas. Para evaluar el manejo de la concreta fase fresca, se utiliza la prueba de consistencia o asentamiento, el cual puede realizarse tanto en el laboratorio como en el sitio de obra. Este procedimiento se lleva a cabo usando una muestra de concreto en fase fresca y la prueba en el cono de Abrams (Abanto, 2009).

**Figura 1**

*Matriz para prueba de trabajabilidad*



Fuente: Obtenido de ASTM C134/C143M-10a

**Tabla 1**

*Consistencia de diseño*

<b>Tipo de mezcla</b>	<b>de Asentamiento</b>	<b>Característica</b>	<b>Método de vibración</b>
<b>Seca</b>	1" – 2"	Consistencia baja	Normal
<b>Plástica</b>	3" – 4"	Consistente	Ligera
<b>Fluida</b>	> 5"	Consistencia alta	Chuseado

Fuente: Extraído (Abanto, 2009).

La impermeabilidad hace referencia respecto a la capacidad del concreto para impedir el ingreso al paso de agua y demás líquidos. Esta característica es fundamental para resguardar las estructuras frente a daños ocasionados por la corrosión, los ciclos de congelamiento y descongelamiento, así como para conservar tanto la apariencia como la funcionalidad del concreto con el paso del tiempo (Abanto, 2009).

La durabilidad del concreto hace alusión a su capacidad para soportar los impactos adversos del entorno, tales como la humedad, las variaciones de temperatura, la acción de agentes químicos y los ciclos de congelación y descongelación. Asimismo, su habilidad para conservar sus propiedades físicas y químicas durante un tiempo extendido, así como su resistencia al desgaste y a la corrosión, son aspectos estrechamente vinculados con su durabilidad (Abanto, 2009).

El concreto se puede clasificar según su peso unitario y según su resistencia, dentro de la primera se encuentra el concreto de peso normal, ligero y pesado. En la segunda; concreto de resistencia baja, moderada, alta (Mehta & Monteiro, 2014, p. 5).

La definición de la puzolana volcánicas según Singh (2023) menciona que la puzolana es un material que consiste en lava o tierra quemada expulsada durante las erupciones volcánicas. Cuando los volcanes entran en actividad, emiten flujos de roca fundida que se desplazan desde el cráter hasta que se enfrían. Este material volcánico está compuesto por silicio, aluminio y otros elementos. Se sabe que volcanes en países como Italia, Grecia, Alemania Occidental, Estados Unidos, entre otros, contienen materiales puzolánicos de procedencia natural.

Las puzolanas son materiales formados por sílice o una mezcla de sílice y alúmina que, por sí mismos, no presentan o tienen muy poca capacidad cementante. No obstante, al ser finamente triturados y al interactuar con humedad e hidróxido de calcio a condición térmica normal, experimentan una reacción química y producen sustancias cementantes de baja solubilidad (Cabanillas & Rabanal, 2024).

La puzolana es un material compuesto principalmente de sílice y alúmina que, aunque por sí solo no presenta un valor como cemento pero que, puede desarrollar propiedades cementantes cuando se encuentra en forma fina y en contacto con la humedad, en estas condiciones, reacciona de manera química con el hidróxido de calcio a condición térmica normal, produciendo sustancias con características cementantes (Al-swaidani, 2021).

La clasificación de la puzolana volcánica se deriva en puzolanas naturales que estas se subdividen en minerales y orgánicos. Las puzolanas naturales de origen mineral provienen de polvos y cenizas volcánicas, caracterizadas por su alta concentración de vidrio y un estado particular de reactividad. Son ideales para ser algunas acciones endógenas o exógenas, siendo las endógenas más beneficiosas y las exógenas menos favorables. Estas puzolanas se forman a través de una acción atmosférica continua, transformándose en rocas volcánicas que pueden ser más o menos consolidadas y

compactas, y que pueden tener una naturaleza vítrea o lítica, dependiendo de su composición. Las puzolanas artificiales en un grupo formado por materiales silicatos el cual adquiere propiedad puzolánica con procesos térmicos; llamados también puzolanas mixtas y el otro grupo formado por los derivados de procesos industriales (Avendaño, 2023).

Las puzolanas naturales provienen de cenizas volcánicas o arcillas carbonizadas, que su uso se puede hacer como complemento de los cementos, reemplazando de forma parcial al cemento Portland al mezclar el concreto, disminuyendo la contaminación producidos por la producción de cemento (Tayeh et al., 2022).

El límite plástico (LP) indica el nivel de agua existente en el instante que este se sitúa en la transición dentro de las fases plástica y semisólida y el límite líquido (LL) corresponde a la cantidad de humedad en el suelo, expresada en porcentaje, que indica el punto de transición establecido convencionalmente entre las fases semilíquida y plástica (ensayo ASTM D-4318). El índice de plasticidad corresponde a la separación entre el límite líquido y plástico, lo que corresponde el volumen de agua en el suelo comportándose en un estado plástico.

La densidad se entiende como la proporción sobre la masa de un volumen determinado de una sustancia y la masa de un volumen igual de agua, ambos medidos en condiciones de temperatura uniforme.

Según las normas ASTM C618/NTP 334.090, menciona que la puzolana es un material compuesto por sílice y alúmina que al tener interacción con el agua ocurre una reacción con el hidróxido de calcio para producir características cementantes. Para que la puzolana volcánica sea un material puzolánico tiene que cumplir las propiedades químicas establecidos en la norma.

**Tabla 2**

*contenido porcentual de sustancias químicas para un material puzolánico*

<b>Compuestos químicos</b>	<b>Clase N (%)</b>	<b>Clase F (%)</b>	<b>Clase C (%)</b>
SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	> 70	> 50	> 50
SO <sub>3</sub>	< 4	< 5	< 5
Humedad	< 3	< 3	< 3
Perdida (Calcinación)	< 10	< 6	< 6

Fuente: Adquirido de ASTM C618.

Según la NTP 400.037 los agregados son llamados también como áridos, Es un conjunto de fragmentos, tanto de procedente de fuentes naturales susceptibles de procedimientos o manipulables, y que tienen medidas que se sitúan bajo los criterios

especificados en la norma de agregados. Los agregados se clasifican en agregado grueso y fino.

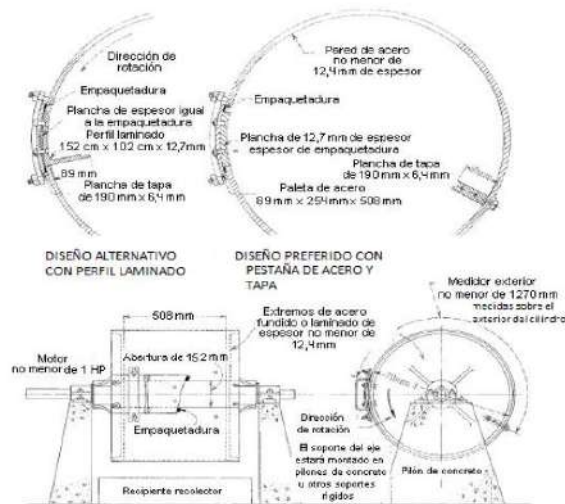
Para determinar los parámetros físicos del agregado necesarias con fines al diseño de un concreto adecuado, es fundamental llevar a cabo los ensayos correspondientes. Estos permiten evaluar la calidad y condición del agregado, lo cual ayuda a prever su comportamiento tanto durante el vaciado del concreto como después de su fraguado. Dichos ensayos están regulados por sus respectivas normas (Huacasi, 2022).

El agregado grueso se origina después de fragmentarse natural o artificialmente provenientes de las rocas, clasificándose como gravas; las cuales están retenidos en el tamiz 4.75 mm (N° 4).

El mecanismo de ejecución con el fin de establecer la capacidad de resistir el desgaste de los agregados se encuentra detallado por la norma NTP 400.019, la cual establece que esta prueba debe aplicarse a agregados gruesos con tamaños inferiores a 1 ½ pulgadas, utilizando la máquina de Los Ángeles (Briones, 2023).

**Figura 2**

*Máquina de ensayo de los ángeles*



Fuente: Extraída (NTP.400.019).

El agregado fino es un material proviene al igual que el agregado grueso; pero estos quedan retenidos en el tamiz (N° 200) y pasantes del tamiz (3/8”).

Teniendo como referencia la NTP 400.012 de granulometría de agregados; su finalidad es utilizada para evaluar la clasificación de tamaños de los materiales considerados como agregados o aquellos en uso. Los cálculos numéricos permitirán corroborar si el tamaño de las partículas cumple con lo requerido de los requisitos técnicos

del proyecto y proporcionarán información clave para el control de calidad de los agregados.

En cuanto al peso unitario, se aplica para definir la relación entre masa y volumen en conversiones dentro de acuerdos de compra, especialmente cuando se desconoce el nivel de densificación del agregado en unidades de logística o almacenamiento, las cuales suelen contener humedad superficial absorbida. Esta prueba permite determinar el peso unitario seco del material.

El grado de humedad de un suelo o contenido hídrico, se define como el porcentaje que representa la correlación ponderal al peso del agua existente en una muestra de suelo y el peso de sus materiales sólidos.

Para encontrar el peso específico y absorción en agregados gruesos es definir un método con la medir el peso específico seco y saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso una vez transcurridas un día. Tanto el peso específico saturado con superficie seca como la absorción se determinan partiendo de agregados inmersos en agua durante un día.

Peso específico y absorción en agregados finos, también conocida como gravedad específica, es un parámetro propiamente empleado para estimar el volumen que ocupan los agregados en diversas mezclas, como el concreto de cemento Pórtland, asfáltico y diversas composiciones el cual diseñan y evalúan en función de su volumen. Con referencia normativa.

La absorción se aplica para establecer la variación en el peso del agregado como consecuencia del agua retenida en los espacios vacíos de sus partículas, con respecto a su estado seco. Esto se calcula considerando que el material ha estado expuesto al agua el tiempo suficiente para alcanzar su máxima capacidad de absorción.

El módulo de fineza se define teóricamente como una variable del tamaño con mayor frecuencia de las partículas en un agregado. También puede interpretarse como un valor medio ponderado, aunque no refleja la dispersión exacta de las partículas. Este módulo se obtiene a partir de la prueba granulométrica, acumulando los porcentajes acumulativos del material retenido en los tamices desde 3" al N°100. Finalmente, el acumulado se divide entre 100 para determinar el valor del módulo.

Para el diseño de mezcla se empleará la prueba en función al método ACI con la finalidad de determinar las fracciones de las partículas en el diseño de mezclas del concreto, mediante la medición en peso y volumen del cemento, agua, grava y arena. Este enfoque es aplicable tanto a mezclas en estado fresco como a las que ya están endurecidas.

La normativa que guía estos diseños es la ACI 211.1, que se fundamenta en la norma de las especificaciones granulométricas. Antes de iniciar el diseño de la mezcla, es crucial disponer de información sobre el tipo de obra y materiales (Romero & Hernández, 2014).

La resistencia a compresión del concreto está regulada bajo la norma ASTM C39. Esta radica en emplear una carga axial a moldes de forma cilíndrica, de tal manera que la velocidad aplicada este dentro del rango permitido hasta que se produzca la falla. Esta resistencia se calcula usando la proporción con el máximo esfuerzo y la superficie transversal de la muestra (Pinto et al., 2018).

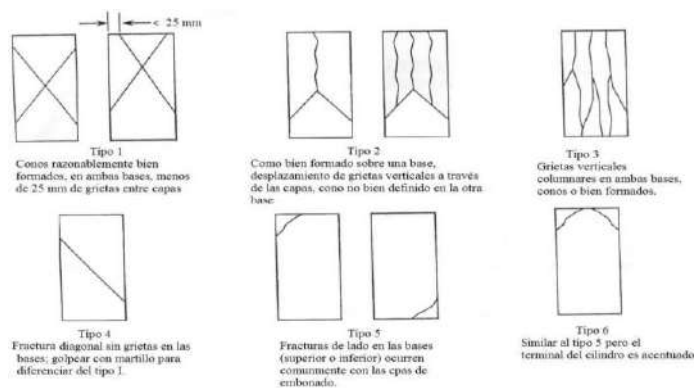
La resistencia a la compresión se refiere a la resistencia óptima que puede soportar la muestra del concreto cuando es sometida a una carga axial comprensiva. Se representa en términos de la fuerza aplicada por unidad de área en la sección transversal del espécimen (Villate & Cerna, 2020).

Para evaluar la resistencia a la compresión del concreto, se emplean tanto métodos destructivos como no destructivos, los cuales influyen de manera significativa en aspectos como la seguridad, la calidad, la durabilidad y el costo. El procedimiento más habitual es el uso de máquinas de compresión, un método destructivo tradicional que consiste en aplicar carga axial a muestras de concreto hasta provocar su fractura. Estas pruebas se realizan ya sea sobre especímenes curados del concreto recién elaborado o sobre testigos extraídos de estructuras ya construidas mediante perforación (Celik & Ozdemir, 2024).

El concreto elaborado con cemento puzolánico presenta un desempeño mecánico superior en comparación con aquel que no contiene puzolana, particularmente en el largo plazo. Esta mejora se atribuye a la mayor actividad puzolánica presente en este tipo de concreto. Por lo tanto, la puzolana puede considerarse un componente clave en el incremento de la resistencia del material (Kada et al., 2023).

**Figura 3**

*Disposiciones habituales de fracturas*



Fuente: Obtenida (NTP.339.034).

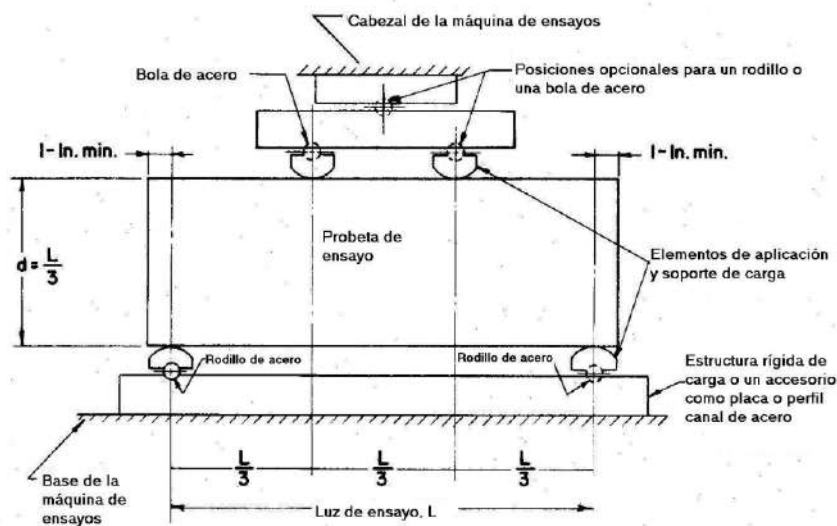
La resistencia a flexión del concreto suele expresarse a través del módulo de ruptura. Este parámetro es clave en estructuras de concreto no reforzado, como las losas utilizadas en pavimentos. Generalmente, su evaluación se realiza aplicando una o dos cargas concentradas sobre una viga de concreto durante un ensayo de flexión. Estas vigas suelen tener una sección transversal rectangular de unos 15 cm por lado y una longitud que varía entre 50 y 75 cm, siendo más común el uso de la de 50 cm, la cual se utilizó en la tesis específica.

La flexión en tres puntos genera tanto momentos flexionantes como esfuerzos cortantes, siendo la tensión máxima de flexión localizada en el punto sobre el que ejerce la carga, mientras tanto los esfuerzos cortantes se concentran cerca a los apoyos. En cambio, la flexión en cuatro puntos distribuye la carga de manera más homogénea a lo largo de la viga, lo que disminuye la concentración de tensiones y ayuda a prevenir fallos prematuros en la estructura (Sousa et al., 2024).

Los resultados obtenidos mediante este método de prueba permiten verificar si se cumplen las especificaciones establecidas o servir como referencia para ajustar los procesos de formulación, elaboración y aplicación del concreto. Este método es comúnmente empleado en pruebas relacionadas con la construcción de losas y pavimentos.

#### Figura 4

*Máquina de prueba para la resistencia a flexión de concreto*



Fuente: extraída (ASTM C78)

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Enfoque, tipo**

Esta investigación de acuerdo a su enfoque se caracteriza por ser cuantitativo ya que emplea estimaciones matemáticas y estadísticas para calcular y cuantificar las variables de este estudio. Así mismo, por su finalidad es de tipo aplicada en vista de que propone solucionar un problema que es la mejora en la resistencia al concreto adicionando cantidades porcentuales de puzolana. De igual forma por su profundidad es explicativa ya que se llegará detalladamente a entender los efectos y justificar los cambios de la puzolana en la resistencia a compresión y flexión del concreto (Hernández et al., 2013).

### **2.2. Diseño de investigación**

Se empleó un diseño de tipo experimental, considerando que el manejo de la variable independiente, esto nos brindara resultados distintos al incorporar la puzolana volcánica para luego analizar el efecto con relación a la resistencia a la compresión y flexión del concreto (Hernández et al., 2013).

### **2.3. Población y muestra**

La primera se describe en forma de conjunto completo de casos que cumplen con ciertos criterios específicos (Hernández et al., 2013).

Por tal razón, la población de esta investigación fue la totalidad de la producción de concreto con fuerza comprensiva de 210 kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de puzolana volcánica en la provincia de Huamanga - Ayacucho.

Una muestra es un pequeño grupo tomado de una población más grande del que se obtendrán datos. Este grupo debe estar claramente definido y ser representativo de toda la población, ya que la validez de los resultados dependerá de su capacidad para reflejar con precisión las características del conjunto total. (Hernández et al., 2013).

Por tanto, las muestras usadas en esta investigación fueron la totalidad de los testigos, teniendo como distribución de 16 testigos para el concreto de control, 16 testigos para el concreto con 3% de puzolana, 16 testigos para 5% y 16 testigos para 7%, haciendo un total de 64 testigos. A lo que respecta a las muestras para flexión fueron 48 vigas distribuidas para concretos de 0, 3, 5, 7% de puzolana y para 7, 14, 21, 28 días.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos**

La técnica es un enfoque sistemático utilizado para recoger y procesar los detalles con la intención de responder a una pregunta o resolver un problema particular, mientras que el instrumento es una herramienta específica que se usa para recoger y analizar datos en una investigación (Hernández et al., 2013).

Por tanto, se realizó mediante la técnica de observación y análisis documental. La primera consideró en toda su amplitud las peculiaridades, condiciones y rasgos del proyecto que se está investigando. En cambio, la segunda técnica se constituyó mediante normativas, manuales, bibliografías textuales, tesis, registros y otros que ayudaron a desarrollar este proyecto.

En cuanto a los instrumentos, se utilizó una guía de observación y una ficha resumen. La guía de observación permitió llevar un registro ordenado de la información obtenida mediante la técnica de observación. Por su parte, la ficha resumen fue un instrumento que proporcionó información mediante el análisis y recopilación de diversas fuentes, tales como normativas, manuales, bibliografía textual, tesis, registros y otros documentos, los cuales fueron citados y referenciados posteriormente en el desarrollo del proyecto.

## **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

En la parte técnica, se emplearon programas y software para el cálculo. La recolección de muestras e información de campo fueron llevadas al laboratorio de suelos y pavimento, para los ensayos respectivos. Estos resultados facilitaran encontrar el óptimo contenido de puzolana para mejorar la resistencia a compresión y flexión del concreto.

En relación con el estudio asociadas a las propiedades físicas de los agregados, las muestras recolectadas en campo serán llevados al laboratorio de suelos y los datos registrados serán organizados en bases de datos para su posterior encontrar la humedad, peso unitario, peso específico absorción y su clasificación conforme a las normas AASHTO y SUCS. Se realizará un análisis estadístico descriptivo para caracterizar las cualidades físicas relevantes para garantizar un diseño de mezcla óptimo del material.

En cuanto al estudio de las características físicas y químicas de la puzolana, las muestras recolectadas en campo serán llevados al laboratorio de suelos con el objetivo de realizar los ensayos físicos referidos a la humedad, análisis granulométrico, densidad,

límites de consistencia. En el ensayo químico, las muestras se llevaron al laboratorio de análisis de suelos con el objetivo de realizar el análisis de óxidos, contenido de sílice y el pH. Se realizará un análisis estadístico descriptivo para caracterizar las propiedades físicas y químicas más relevantes para garantizar un diseño de mezcla óptimo del concreto y la puzolana volcánica.

La resistencia a compresión y flexión del concreto, será evaluado a través del análisis normativo y con el ensayo a rotura en testigos cilíndricos y vigas de concreto, para su posterior registro de datos y serán estructurados en bases de datos y analizados estadísticamente utilizando el software Excel y otros.

Los procesos y análisis de datos de esta investigación, los ensayos en laboratorio se realizarán de acuerdo a las normativas y manuales nacionales e internacionales. El uso de software como las herramientas de Office serán idóneas para la redacción, cálculo y gráficos estadísticos.

## **2.6. Aspectos éticos en investigación**

Esta investigación se puso en práctica en concordancia con los preceptos éticos esenciales que rigen la labor científica, asegurando la valoración de la dignidad, integridad y derechos con referencia a los sujetos participantes. Se protegerá la confidencialidad de la información personal, la cual será empleada únicamente con propósitos académicos y técnicos. Asimismo, se evitarán acciones que puedan tener un impacto negativo en el entorno físico, cultural o social, actuando con responsabilidad, respeto intercultural y valorando los conocimientos locales. El estudio se desarrollará en alineación con los criterios éticos institucionales y con principios de equidad, justicia y sostenibilidad, impulsando un compromiso social activo con el desarrollo local.

Por otro lado, esta investigación se desarrolló respetando las normativas de pertenencia intelectual, usando las normas APA, 7ª edición para los textos, tablas, figuras, gráficos y citas bibliográficas. La cual fueron elaborados utilizando datos confiables provenientes de artículos científicos, textos, documentos técnicos y normativas oficiales sin manipular la realidad ni los parámetros y respetando las políticas de la universidad. Para garantizar la originalidad del trabajo y prevenir cualquier forma de plagio, se utilizará el software Turnitin.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla

Para lograr con este objetivo, se realizaron trabajos en el campo para extraer el material de cantera. Del mismo modo, se hizo las pruebas respectivas en el laboratorio de suelos, concreto y geotecnia con el fin de obtener los datos y finalmente trabajar en gabinete para encontrar los resultados que se requiere.

**Tabla 3**

*Resultado de las propiedades físicas de los agregados*

Material	Análisis granulométrico		Hum.		Absorción		Mod. fineza		Peso unitario (grs/cm <sup>3</sup> )		Tam. Max. nom. (pul.)
	SUCS	AASTHO	(%)	(%)			PUS	PUC			
Agregado grueso	GP-GM	A-1-a (0)	2.87	2.38	-		1.27	1.48		1/2"	
Agregado fino	SP-SM	A-1-a (0)	7.33	1.42	3.03		1.67	1.77		-	

*Nota.* PUS, PUC es el peso unitario suelto y compactado.

En la tabla 3, se constata los valores registrados de las propiedades físicas de los agregados; clasificación, humedad, absorción, peso específico, estos valores fueron usados para el diseño de mezcla del concreto.

**Tabla 4**

*Resultado para el diseño de mezcla*

Datos	Cemento		Agregado grueso		Agregado fino		
	Tipo	P.E.	Tam. Máx. (pul.)	Tam. Max. Nom. (pul.)	P.E.	Mod. fineza	P.E.
	Portland tipo I	3.12	3/4	1/2	2.64	3.03	2.46
Parámetros de diseño	Consist. de diseño	Asent.	Aire atrap.	Vol. de agua (Lts/m <sup>3</sup> )		Vol. de agregado grueso (m <sup>3</sup> )	F'cr
	Plástica	3"- 4"	2.5	216		0.530	294

*Nota.* P.E. (g/cm<sup>3</sup>) peso específico, F'cr (kg/cm<sup>2</sup>) es la resistencia promedio requerida para un diseño de mezcla.

**Tabla 5***Diseño de mezcla para el concreto con 0% puzolana volcánica*

<b>Resistencia de diseño</b>		<b>Proporción en volumen</b>			
(kg/cm <sup>2</sup> )	Cemento (Bls)	Agregado grueso (Pie <sup>3</sup> )	Agregado fino (Pie <sup>3</sup> )	Agua (Lts/Bls)	
210	1.0	2.4	1.9	17.9	
<b>Resistencia de diseño</b>		<b>Proporción en peso</b>			
(kg/cm <sup>2</sup> )	Cemento (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (Lts/kg)	
210	1.00	2.09	2.31	0.42	

*Nota.* Bolsas (bls), litros (Lts), pie cubico (Pie<sup>3</sup>) y kilogramos (kg).

**Tabla 6***Diseño de mezcla para un concreto con 3% puzolana volcánica*

<b>Resistencia de diseño</b>		<b>Proporción en volumen</b>			
(kg/cm <sup>2</sup> )	Cemento (bls)	P.V. (bls)	Agregado grueso (Pie <sup>3</sup> )	Agregado fino (Pie <sup>3</sup> )	Agua (Lts/bls)
210	0.97	0.03	2.4	1.9	17.9
<b>Resistencia de diseño</b>		<b>Proporción en peso</b>			
(kg/cm <sup>2</sup> )	Cemento (kg)	P.V. (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (Lts/kg)
210	0.97	0.03	2.09	2.31	0.42

*Nota.* Puzolana volcánica (P.V.), bolsas (bls), litros (Lts) y pie cubico (Pie<sup>3</sup>)

**Tabla 7***Diseño de mezcla para un concreto con 5% puzolana volcánica*

<b>Resist. diseño</b>		<b>Proporción en volumen</b>			
(kg/cm <sup>2</sup> )	Cemento (bls)	P.V. (bls)	Agregado grueso (Pie <sup>3</sup> )	Agregado fino (Pie <sup>3</sup> )	Agua (Lts/bls)
210	0.95	0.05	2.4	1.9	17.9
<b>Resist. diseño</b>		<b>Proporción en peso</b>			
(kg/cm <sup>2</sup> )	Cemento (kg)	P.V. (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (Lts/kg)
210	0.95	0.05	2.09	2.31	0.42

*Nota.* Puzolana volcánica (P.V.), bolsas (bls), litros (Lts) y pie cubico (Pie<sup>3</sup>).

La tabla 7 da a conocer los resultados de diseño de mezcla para el concreto con 5% de material puzolánico, con una diferencia de proporción en volumen y peso con el cemento y la puzolana con respecto al concreto de control.

**Tabla 8**

*Diseño de mezcla para un concreto con 7% puzolana volcánica*

Resistencia de diseño		Proporción en volumen				
		Cemento (bls)	P.V. (bls)	Agregado grueso (Pie3)	Agregado fino (Pie3)	Agua (Lts/ bls)
210		0.97	0.07	2.4	1.9	17.9
Resistencia de diseño		Proporción en peso				
		Cemento (kg)	P.V. (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (Lts/kg)
210		0.97	0.07	2.09	2.31	0.42

*Nota.* Puzolana volcánica (P.V.), bolsas (bls), litros (Lts), pie cubico (Pie3) y kilogramos (kg).

**Tabla 9**

*Asentamientos del concreto*

	Concreto				Trabajabilidad (CP)
	P.V. (0%)	P.V. (3%)	P.V. (5%)	P.V. (7%)	
Ensayo Slump	3.5"	3.5"	3.5"	3.5"	3" – 4"

*Nota.* Puzolana volcánica (P.V.), consistencia plástica (CP).

La tabla 9 nos muestra la trabajabilidad uniforme de todos los concretos, realizados con la prueba de Abrams.

**Tabla 10**

*Peso unitario del concreto fresco*

	Concreto fresco			
	P.V. (0%)	P.V. (3%)	P.V. (5%)	P.V. (7%)
PUC (gr/cm3)	2.277	2.273	2.269	2.264

*Nota.* PUC (peso unitario del concreto fresco), P.V. (Puzolana Volcánica).

La tabla 10 nos detalla el peso unitario del concreto con los distintos porcentajes de puzolana; las cuales, según el resultado obtenido se encuentra dentro de los márgenes del concreto típico.

### 3.2. Propiedades físicas y químicas de la puzolana

Para poder obtener los resultados de este objetivo, se trabajó en el campo para extraer el material, en el laboratorio de suelos y en la oficina. Primero, se hizo los trabajos de extracción de material de la cantera de puzolana volcánica. A partir de ello se desarrolló las pruebas de sus propiedades físicas y químicas de la puzolana. Esto se elaboró con el fin de saber el tipo de suelo, humedad y componentes químicos.

**Tabla 11**

*Resultado de las propiedades físicas de la puzolana volcánica*

Material	Análisis granulométrico		Humedad (%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Índice. Plástico (%)	Peso unitario (gr/cm <sup>3</sup> )
	SUCS	AASHTO					PU
P - 1	SM	A-5 (1)	1.37	43.54	38.62	4.92	1.16

*Nota.* PUC es el peso unitario.

En la tabla 11, se evidencia los datos obtenidos de las propiedades físicas de la puzolana volcánica. Según su clasificación es un suelo arena limosa, de igual forma, contiene una humedad de 1.37 % con un índice de plasticidad de 4.92% un peso unitario de 1.16 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 12**

*Resultado de las propiedades químicas de la puzolana volcánica*

Compuestos químicos	P -1	Descripción
SiO <sub>2</sub>	53.72 %	Dióxido de silicio
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.96 %	Óxido de aluminio
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.38 %	Óxido de hierro
K <sub>2</sub> O	0.30 %	Óxido de potasio
CaO	0.90 %	Óxido de calcio
MgO	0.08 %	Óxido de magnesio
SO <sub>4</sub>	0.09 %	sulfato
pH	8.88	Sustancia Alcalina

*Nota.* P-1 es la puzolana volcánica muestra uno.

En la tabla 12, se registra los datos obtenidos, producto de la prueba química en la cual se aprecia que los compuestos químicos con mayor porcentaje son el óxido de silicio, aluminio y hierro con 53.72%, 19.96% y 3.38 respectivamente, que al sumar resulta más del 70% con la cual se concluye que es un material puzolánico según la norma ASTM C618. Teniendo otros compuestos inferiores al 1%. Teniendo un pH de 8.88, siendo una base ligeramente alcalina.

### 3.3. Resistencia a compresión y flexión del concreto

#### 3.3.1. Resistencia a compresión

En cuanto a este objetivo específico, se realizó en el laboratorio de suelos y concreto, las roturas de los moldes cilíndricos se realizaron con la prensa de compresión con el objetivo de conseguir la resistencia a compresión del concreto. En las siguientes tablas y gráficos se resume los ensayos antes mencionados del concreto desde el de control (concreto con 0% de puzolana volcánica), 3%, 5% y 7%.

**Tabla 13**

*Resultado de ensayo a resistencia a compresión (0%)*

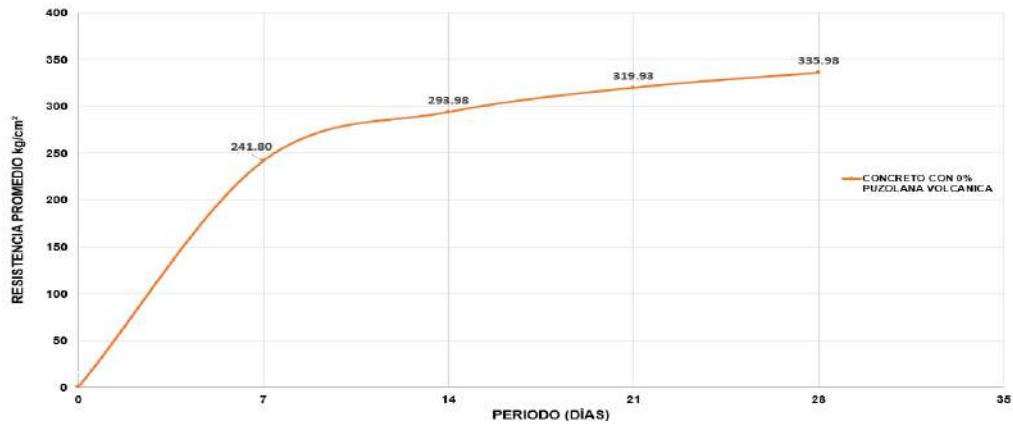
Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de testigo (%)
01	Concreto con 0% P.V.	7	210	241.80	115.18
02	Concreto con 0% P.V.	14	210	293.98	140.00
03	Concreto con 0% P.V.	21	210	319.93	152.33
04	Concreto con 0% P.V.	28	210	335.98	159.98

*Nota.* P.V. (puzolana volcánica), los resultados son resistencias promedio en cada edad.

En tabla 13, se evidencia el promedio de la resistencia compresiva de los testigos del concreto con 0% de puzolana volcánica después de 7, 14, 21 y 28 días, teniendo una resistencia mayor de 335.98 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Los ensayos se trabajaron con referencia a las disposiciones determinadas del concreto.

**Figura 5**

*Resistencia a compresión del concreto con 0 % de puzolana volcánica*



Fuente: Información adaptada del reporte del laboratorio Ingeorex.

**Tabla 14**

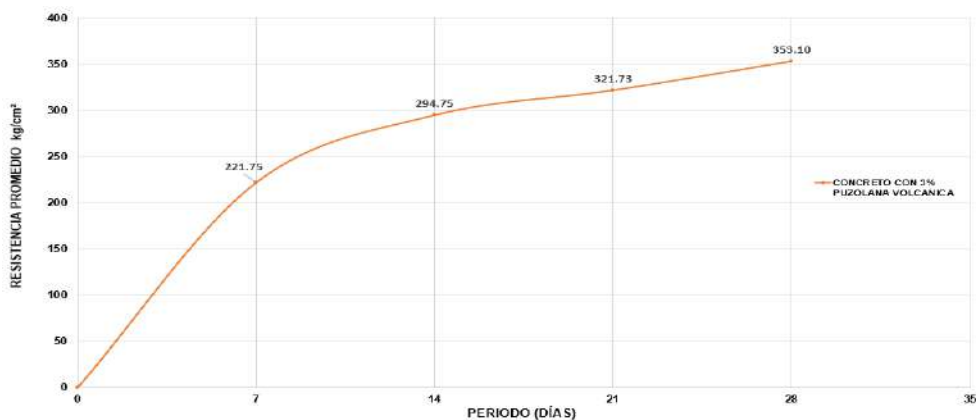
*Resultado de ensayo a resistencia a compresión (3%)*

Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm2)	Resistencia de testigo (kg/cm2)	Resistencia de testigo (%)
01	Concreto con 3% P.V.	7	210	221.75	105.60
02	Concreto con 3% P.V.	14	210	294.75	140.38
03	Concreto con 3% P.V.	21	210	321.73	153.20
04	Concreto con 3% P.V.	28	210	353.10	168.15

Nota. P.V. (puzolana volcánica), los resultados son resistencias promedio en cada edad.

**Figura 6**

*Resistencia a compresión del concreto con 3% de puzolana volcánica*



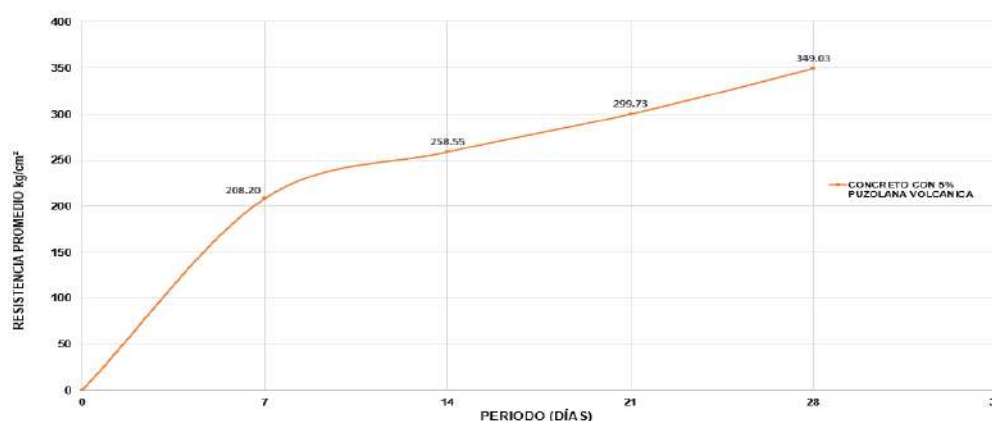
Fuente: obtenido del reporte de laboratorio.

**Tabla 15***Resultado de ensayo a resistencia a compresión (5%)*

Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de testigo (%)
01	Concreto con 5% P.V.	7	210	208.20	99.18
02	Concreto con 5% P.V.	14	210	258.55	123.13
03	Concreto con 5% P.V.	21	210	299.73	142.73
04	Concreto con 5% P.V.	28	210	349.03	166.23

*Nota.* P.V. (puzolana volcánica), los resultados son resistencias promedio en cada edad.

En tabla 15, se evidencia el promedio de la resistencia compresiva de los testigos del concreto con 5% de puzolana volcánica después de 7, 14, 21 y 28 días, teniendo una resistencia mayor de 349.03 kg/cm<sup>2</sup> a una edad máxima.

**Figura 7***Resistencia a compresión del concreto con 5% de puzolana volcánica*

Fuente: adaptado del reporte de laboratorio.

**Tabla 16***Resultado de ensayo a resistencia a compresión (7%)*

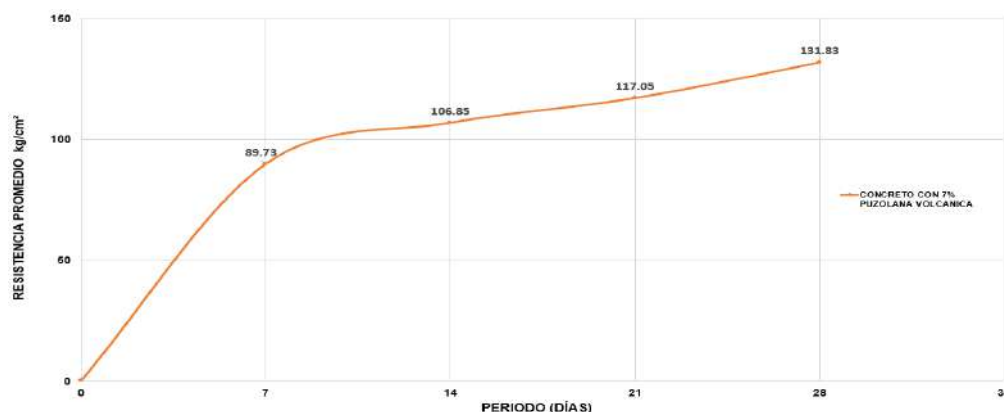
Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de testigo (%)
01	Concreto con 7% P.V.	7	210	89.73	42.70
02	Concreto con 7% P.V.	14	210	106.85	50.88
03	Concreto con 7% P.V.	21	210	117.05	55.75
04	Concreto con 7% P.V.	28	210	131.83	62.75

*Nota.* Los resultados son resistencias promedio en cada edad.

En tabla 17, se evidencia el promedio de las resistencias de los testigos del concreto con 7% del material volcánico después de 7, 14, 21 y 28 días, teniendo un esfuerzo máximo de 131.83 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**Figura 8**

*Resistencia a compresión del concreto con 7% de puzolana volcánica*



Fuente: extraído del informe del laboratorio Ingeorex.

**Tabla 17**

*Resultado general de ensayo a resistencia a compresión*

Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de testigo (%)
01	Concreto con 0% P.V.	7	210	241.80	115.18
02	Concreto con 0% P.V.	14	210	293.98	140.00
03	Concreto con 0% P.V.	21	210	319.93	152.33
04	Concreto con 0% P.V.	28	210	335.98	159.98
05	Concreto con 3% P.V.	7	210	221.75	105.60
06	Concreto con 3% P.V.	14	210	294.75	140.38
07	Concreto con 3% P.V.	21	210	321.73	153.20
08	Concreto con 3% P.V.	28	210	353.10	168.15
09	Concreto con 5% P.V.	7	210	208.20	99.18
10	Concreto con 5% P.V.	14	210	258.55	123.13
11	Concreto con 5% P.V.	21	210	299.73	142.73
12	Concreto con 5% P.V.	28	210	349.03	166.23
13	Concreto con 7% P.V.	7	210	89.73	42.70
14	Concreto con 7% P.V.	14	210	106.85	50.88
15	Concreto con 7% P.V.	21	210	117.05	55.75
16	Concreto con 7% P.V.	28	210	131.83	62.75

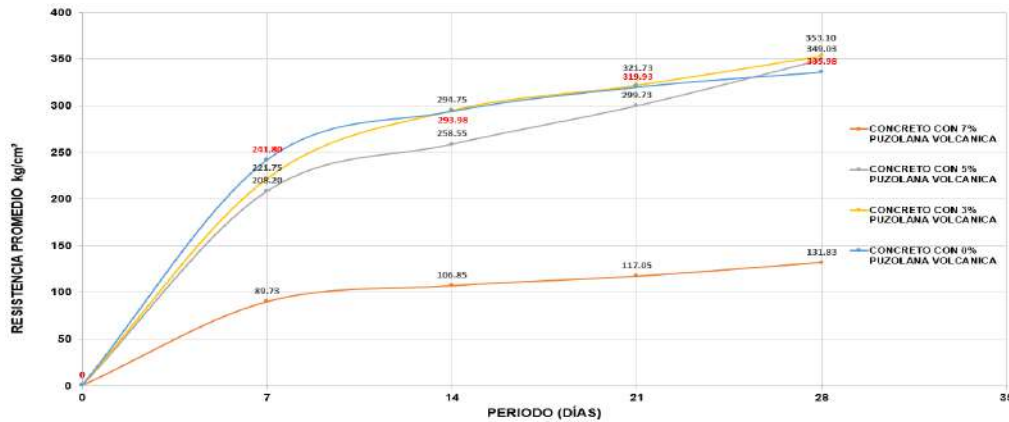
*Nota.* P.V. (puzolana volcánica), los resultados son resistencias promedio en cada edad.

En tabla 6, se evidencia el promedio de todas las resistencias a compresión, a los 14, 21 y 28 días el concreto con 3% de puzolana supera al concreto de control, en cambio

con porcentajes de 7% supera en los 28 días al de 0%. Los ensayos se trabajaron en base a las normas nacionales e internacionales.

**Figura 9**

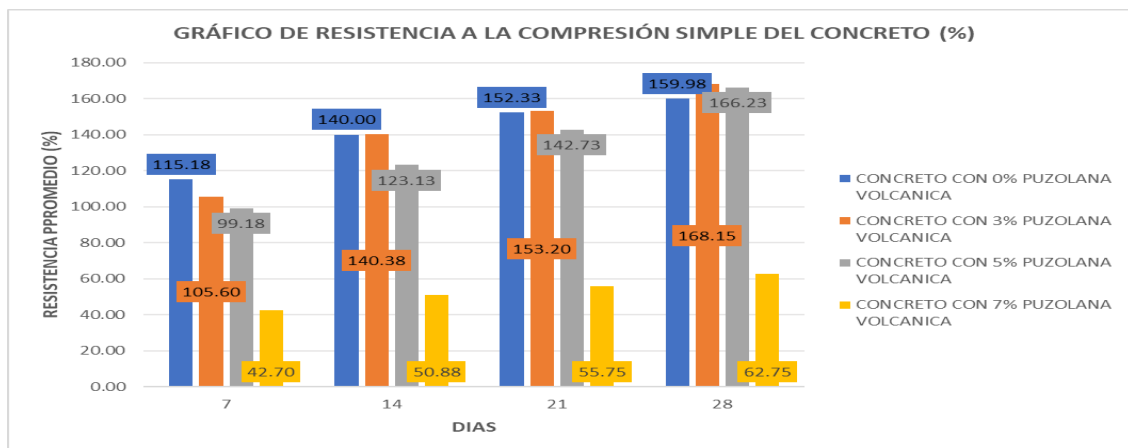
*Resistencia a compresión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de puzolana volcánica.*



*Nota.* Diagramas de las resistencias a compresión del concreto con 0, 3, 5 y 7% de puzolana.

**Figura 10**

*Resistencia a compresión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de P.V. (%)*



*Nota.* Gráfico de barras de la resistencia a compresión del concreto con resistencia en porcentaje.

### 3.3.2. Resistencia a flexión

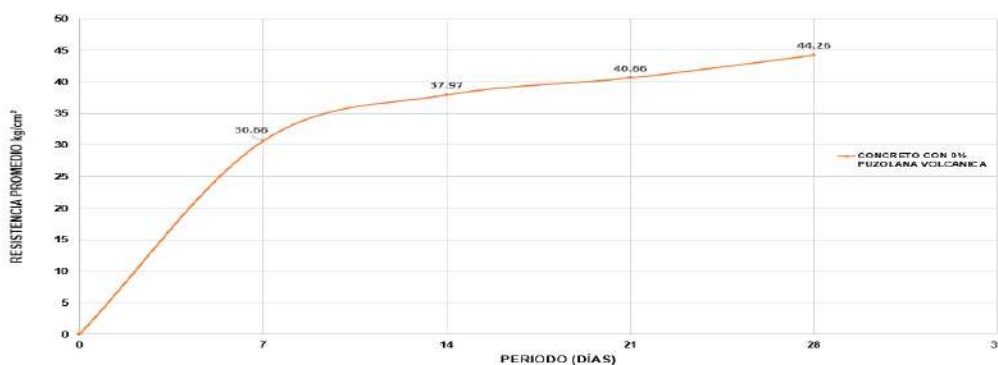
En cuanto a este objetivo específico, se ejecutó en el laboratorio de monitoreo de suelos y concreto, las roturas de los moldes tipo viga se realizaron con la prensa hidráulica para flexión con la finalidad de obtener la resistencia a flexión del concreto.

**Tabla 18***Resultado de ensayo a resistencia a flexión (0%)*

Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (%)
01	Concreto con 0% P.V.	7	210	30.66	14.60
02	Concreto con 0% P.V.	14	210	37.97	18.08
03	Concreto con 0% P.V.	21	210	40.66	19.36
04	Concreto con 0% P.V.	28	210	44.26	21.07

*Nota.* P.V. (puzolana volcánica), los resultados son resistencias promedio en cada edad.

En tabla 18, se evidencia el promedio de la resistencia a flexión de las vigas de concreto con 0% de puzolana volcánica después de 7, 14, 21 y 28 días. Los ensayos se trabajaron en base a las normas internacionales. El porcentaje de módulo de rotura, en las primeras dos semanas se incrementa en 4%; pero en las dos últimas semanas este porcentaje se incrementa en un promedio de 1.5 %

**Figura 11***Resistencia a flexión del concreto con 0% de puzolana volcánica*

Fuente: logrado del informe de laboratorio de concreto.

**Tabla 19***Resultado de ensayo a resistencia a flexión (3%)*

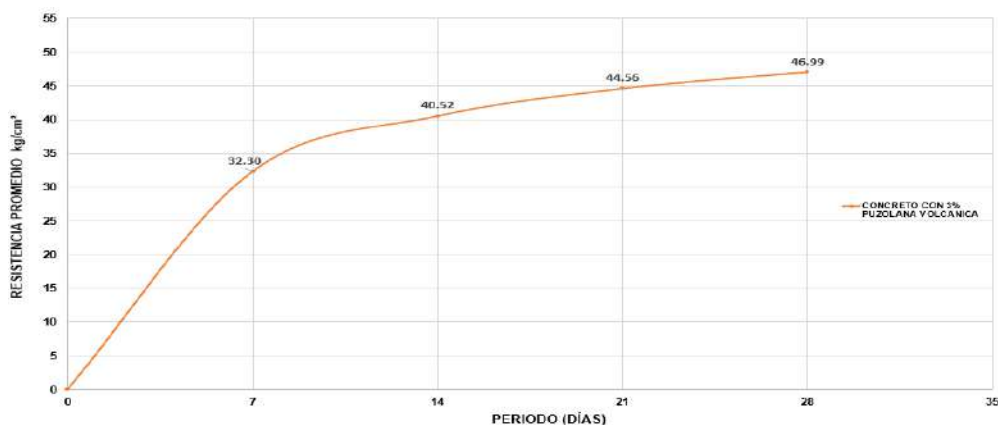
Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (%)
01	Concreto con 3% P.V.	7	210	32.30	15.38
02	Concreto con 3% P.V.	14	210	40.52	19.29
03	Concreto con 3% P.V.	21	210	44.56	21.22
04	Concreto con 3% P.V.	28	210	46.99	22.38

*Nota.* P.V. (puzolana volcánica), los resultados son resistencias promedio en cada edad.

En tabla 19, se evidencia el valor medio de la resistencia a flexión de las vigas de concreto con 3% de la puzolana. Los resultados de módulo de rotura en este ensayo son mayores en todas las edades al comparar con el concreto de control.

**Figura 12**

*Resistencia a flexión del concreto con 3% de puzolana volcánica.*



Fuente: captado del documento de pruebas de laboratorio.

**Tabla 20**

*Resultado de ensayo a resistencia a flexión (5%)*

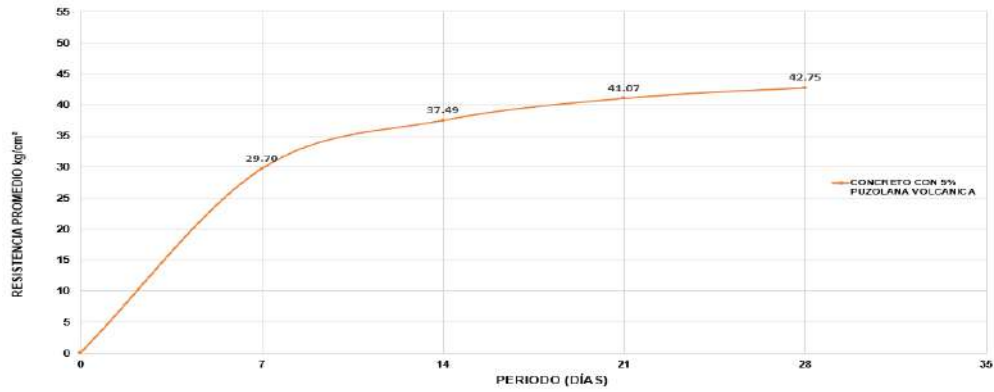
Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (%)
01	Concreto con 5% P.V.	7	210	29.70	14.14
02	Concreto con 5% P.V.	14	210	37.49	17.85
03	Concreto con 5% P.V.	21	210	41.07	19.56
04	Concreto con 5% P.V.	28	210	42.75	20.36

*Nota.* P.V. (puzolana volcánica), los resultados son resistencias promedio en cada edad.

En tabla 20, se evidencia el valor medio de la resistencia a flexión de las vigas de concreto con 5% de puzolana volcánica a las edades de 7, 14, 21 y 28 días. Los ensayos se trabajaron en base a las normas nacionales e internacionales. El módulo de rotura en este ensayo disminuye de manera gradual al comparar con el concreto de diseño y al concreto con tres por ciento de puzolana.

**Figura 13**

*Resistencia a flexión del concreto con 5% de puzolana volcánica.*



Fuente: derivado del informe de concreto.

**Tabla 21**

*Resultado de ensayo a resistencia a flexión (7%)*

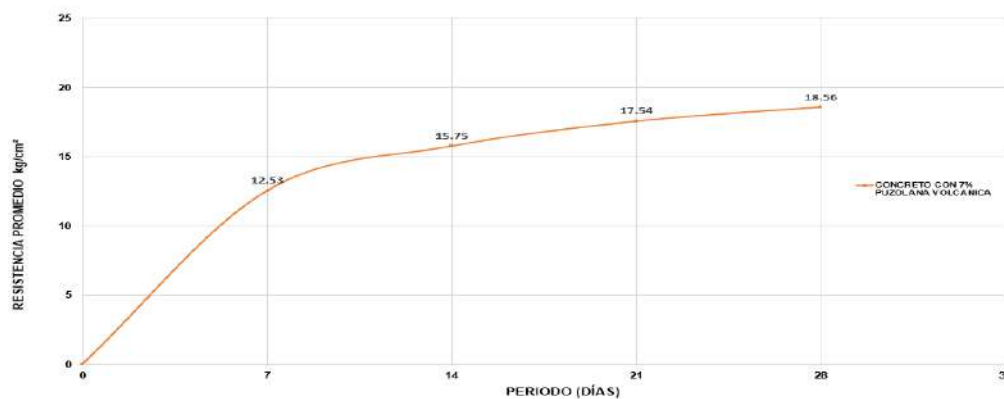
Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (%)
01	Concreto con 7% P.V.	7	210	12.53	5.97
02	Concreto con 7% P.V.	14	210	15.75	7.50
03	Concreto con 7% P.V.	21	210	17.54	8.35
04	Concreto con 7% P.V.	28	210	18.56	8.84

*Nota.* P.V. (puzolana volcánica), los resultados son resistencias promedio en cada edad.

En tabla 21, se evidencia el valor medio de la resistencia a flexión con 7% de puzolana volcánica a las edades de 7, 14, 21 y 28 días. Los ensayos se trabajaron en base a las normas ASTM C78/NTP 339.079. Teniendo como resultado menor en el módulo de rotura a comparación de los otros concretos con los distintos porcentajes.

**Figura 14**

*Resistencia a flexión del concreto con 7% de puzolana volcánica.*



Fuente: logrado del reporte de laboratorio Ingeorexa.

**Tabla 22**

*Resultado general de la prueba de resistencia a flexión*

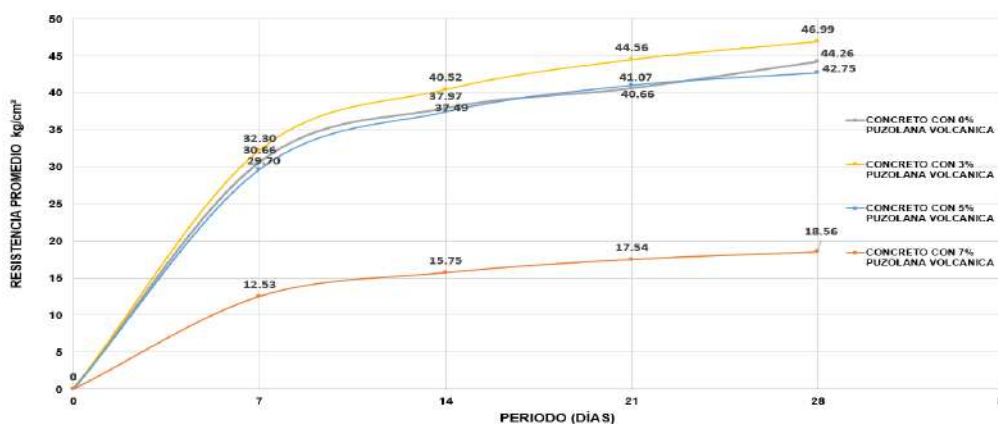
Nº	Identificación de la muestra	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura (%)
01	Concreto con 0% P.V.	7	210	30.66	14.60
02	Concreto con 0% P.V.	14	210	37.97	18.08
03	Concreto con 0% P.V.	21	210	40.66	19.36
04	Concreto con 0% P.V.	28	210	44.26	21.07
05	Concreto con 3% P.V.	7	210	32.30	15.38
06	Concreto con 3% P.V.	14	210	40.52	19.29
07	Concreto con 3% P.V.	21	210	44.56	21.22
08	Concreto con 3% P.V.	28	210	46.99	22.38
09	Concreto con 5% P.V.	7	210	29.70	14.14
10	Concreto con 5% P.V.	14	210	37.49	17.85
11	Concreto con 5% P.V.	21	210	41.07	19.56
12	Concreto con 5% P.V.	28	210	42.75	20.36
13	Concreto con 7% P.V.	7	210	12.53	5.97
14	Concreto con 7% P.V.	14	210	12.75	7.50
15	Concreto con 7% P.V.	21	210	17.54	8.35
16	Concreto con 7% P.V.	28	210	18.56	8.84

*Nota.* Los resultados son resistencias promedio de cada porcentaje y en cada edad, puzolana volcánica (PV).

En tabla 22, se evidencia el promedio de la resistencia a flexión de las vigas de concreto con 0% 3%, 5% y 7% de puzolana volcánica a las edades de 7, 14, 21 y 28 días. Los ensayos se trabajaron en base a las normas ASTM C39/NTP 339.034.

**Figura 15**

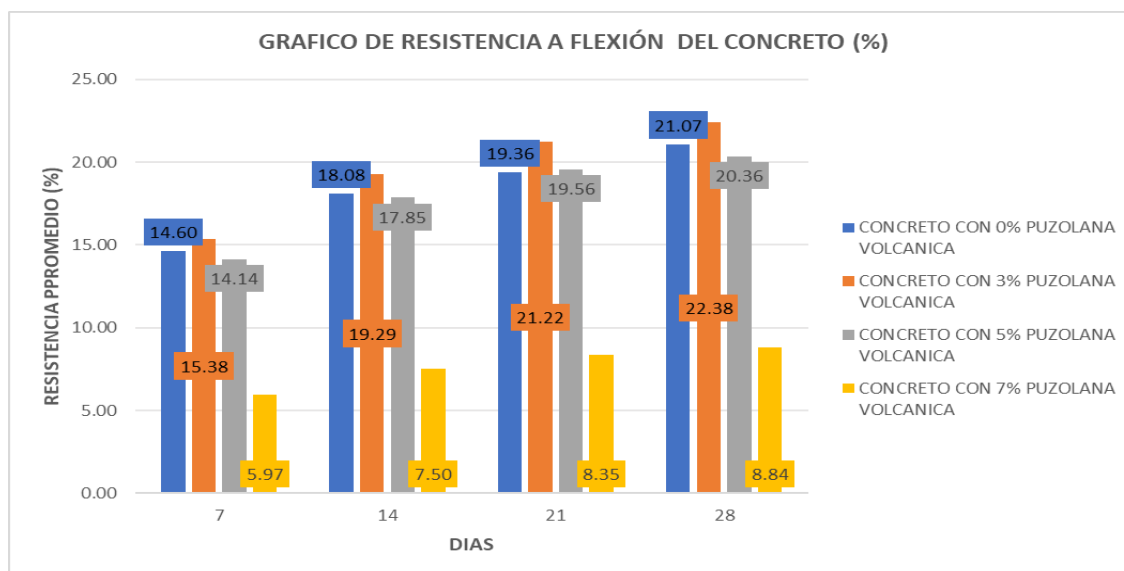
*Resistencia a flexión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de puzolana volcánica*



Fuente: conseguido de las pruebas del laboratorio.

**Figura 16**

*Resistencia a flexión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de puzolana volcánica (%)*



*Nota.* Gráfico de barras del estado de resistencia a flexión con resultados porcentuales.

### 3.4. Costos

Para el desarrollo de este objetivo específico se evaluó el estudio de costos individuales para una unidad volumétrica del concreto para una fuerza de compresión de 210  $gk/cm^2$ . De igual forma se efectuó la evaluación de los mismos precios para el concreto con 3%, 5% y 7% de la puzolana.

**Tabla 23**

*Resultado de costos de producción del concreto por m<sup>3</sup> con diseño  $f'c=210 kg/cm^2$*

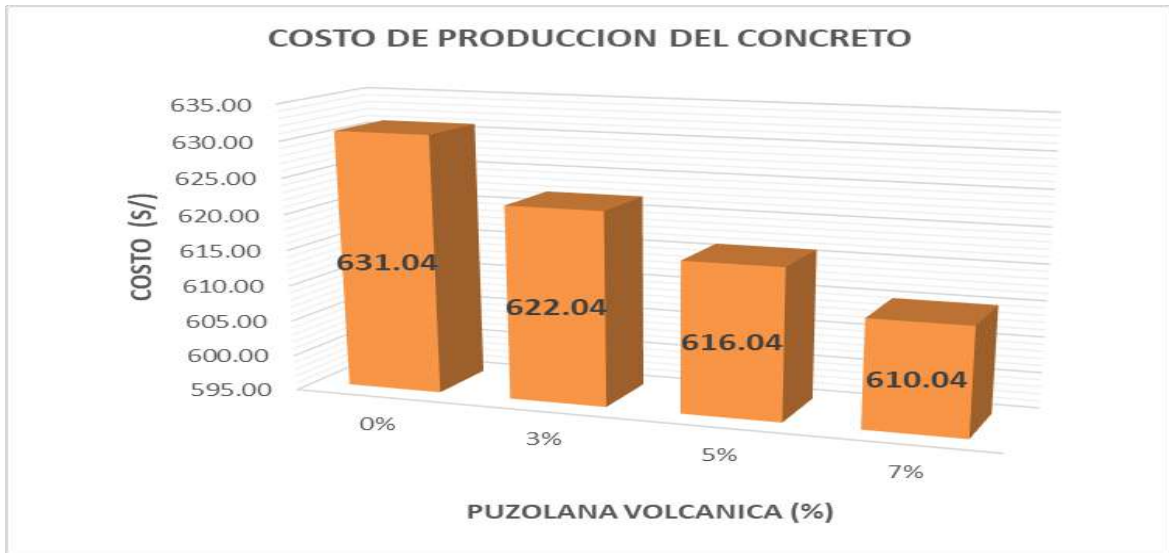
% P.V.	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Costo de producción (S/.)	Variación de precios (S/.)	Variación de precios (%)
0%	210	631.04	0.00	0.00
3%	210	622.04	9.00	1.40
5%	210	616.04	15.00	2.40
7%	210	610.04	21.00	3.30

*Nota.* P.V. (puzolana volcánica), moneda en soles (s/.).

En la tabla anterior, se presenta una disminución de precios al producir 1m<sup>3</sup> de concreto con adición de distintos porcentajes de puzolana volcánica; siendo el del 7% con menor costo, con una variación de 2.40% con respecto al concreto con puzolana de 0%.

**Figura 17**

*Costo de producción del concreto con cada porcentaje de puzolana*

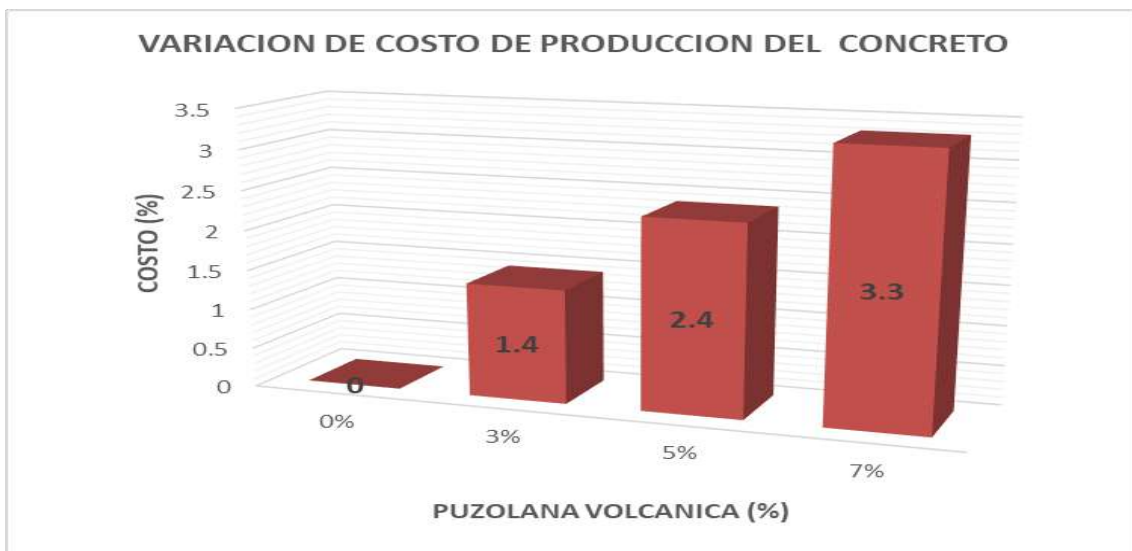


*Nota.* Moneda en soles (s/), porcentaje (%).

En la figura 17 se evidencia que los costos de producción de un concreto por metro cubico, es menor para el concreto con puzolana del 3% con respecto al concreto con 0%. Esto indica que los costos del concreto con incorporación de puzolana influyen de manera positiva; ya que genera disminución del costo de producción de un concreto con 3% de puzolana y este mismo supera en resistencia a los otros concretos.

**Figura 18**

*Variación del costo del concreto con cada porcentaje de puzolana*



*Nota.* Costo de producción en porcentaje (%).

En la figura 18 se evidencia que el costo obtenido en porcentaje de un concreto por unidad volumétrica, se incrementa en 1.4% en ganancias para el concreto con puzolana del 3% con respecto al concreto con 0%. Con esto generando ganancias para un concreto con 3% de puzolana y que este mismo supera en resistencia a los otros concretos.

#### IV. DISCUSIÓN

Objetivo general: Determinar la influencia de la adición de puzolana volcánica en la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Huamanga Ayacucho 2025, respalda la hipótesis formulada en esta investigación. Con base en esa óptica, la mencionada propuesta incide de forma positiva frente al crecimiento a la capacidad de soportar cargas a compresión y flexión del concreto. Previo a lo anterior se realizaron estudios físicos y químicos de los agregados y del material puzolánico, con la cual se obtuvieron los siguientes resultados: pesos unitarios suelto y compactado del agregado grueso y fino de 1274, 1665 kg/m<sup>3</sup> y 1481, 1774 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, con pesos específicos de 2.64 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado grueso y 2.46gr/cm<sup>3</sup> para el fino con humedades y absorción de 2.87, 7.33% y 2.38, 1.42% para el grueso y fino respectivamente, en cuanto al módulo de fineza es de 3.03 con dimensión máxima de  $\frac{3}{4}$ " y un mayor tamaño nominal de  $\frac{1}{2}$ ". En el diseño de mezcla se obtuvo un índice proporcional de 1:2.09:2.31:0.42 para un material de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>. Características físicas y químicas de la puzolana; se determinó que el suelo tiene un nivel de humedad in situ de 12.26 %, con densidad de 1.17 gr/cm<sup>3</sup>, con un índice plástico de 4.92, al hacer el análisis granulométrico se clasifica en un suelo arena limosa y teniendo un promedio de 2.54 en cuanto a la gravedad específica. Los datos del ensayo químico arrojan 77.06 % de SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; mayor de 70% dada por la norma. Resistencia a compresión, se evidencia que a los 14, 21 y 28 días el concreto con 3% de puzolana supera al concreto de control, en cambio con porcentajes de 7% supera en los 28 días al de 0%. Resistencia a flexión, se evidencia que el concreto con 3% supera a todos los porcentajes y en todas las edades, el concreto con 5% de puzolana tiene un incremento leve en la resistencia a comparación del concreto de control tras 21 días, mientras tanto el concreto con 7% tienen baja resistencias. El costo total de producción para los concreto de 0%, 3%, 5% y 7% es de 529.04, 493.16, 490.36 y 487.56 soles respectivamente.

En cuanto al primer objetivo específico: Conforme a las propiedades físicas; en el agregado grueso se adquirió una densidad absoluta de 2.6 g/cm<sup>3</sup>, humedad de 2.87%, absorción de 2.38%, peso específico de 2.64 gr/cm<sup>3</sup> peso unitario suelto de 1274 en unidades de kilogramo por metro cubico, compactado de 1481 kg/m<sup>3</sup> y un tamaño máximo nominal de  $\frac{1}{2}$ ", para el agregado fino se adquirió una densidad absoluta de 2.5 g/cm<sup>3</sup>, humedad de 7.33%, absorción de 1.42%, densidad de 2.46% peso unitario suelto de 1665 kg/m<sup>3</sup>, compactado de 1774 kg/m<sup>3</sup>. Los resultados obtenidos se enfrentan con

los hallazgos de otros investigadores; Por tanto, difiere de Derrouiche et al. (2025), sus resultados obtenidos fueron de 2.6 g/cm<sup>3</sup> de densidad absoluta y un módulo de finura de 3.75% y una absorción de 2.55% para el agregado fino. Mientras tanto en los resultados obtenidos para el agregado grueso concuerda al obtener una densidad absoluta de 2.6 g/cm<sup>3</sup>, pero difiere en la absorción en 25.01% y una abrasión de los ángeles de 25.01%. De igual forma difiere de Huacasi (2022), que en su investigación encontró resultados para el agregado grueso: humedades de 0.10%, peso específico de 2.54 y un tamaño máximo de ¾ de pulgada, para el agregado fino: cantidad de agua de 0.30%, peso específico de 2.5 gr/cm<sup>3</sup> y un módulo de fineza de 2.58. Por otra parte, difiere con algunos resultados de Chalco (2022), que en su investigación reveló que para el agregado grueso tuvo una fracción absorbida de 0.78%, 2.53% de densidad, pero concuerda en la máxima medida nominal de ½ pulgada y la metodología de diseño de mezcla ACI. En cuanto al agregado fino obtuvo resultados de humedad de 0.59%, absorción 0.62 %, módulo de fineza 3.52; la cual el resultado de fineza de este autor esta fuera de las normas establecidas para agregados. Asimismo, concuerda con Carrera & Lino (2021), que en su investigación mostraron un tamaño máximo nominal de ½ pulgada; pero difiere en los resultados del peso específico, humedad y absorción. Por otra parte, coinciden con Briones (2023), en el resultado del módulo de fineza del agregado fino (3.08), pero difieren en el resultado de abrasión siendo de 30%. Asimismo, concuerda con Mendez (2022), que en su investigación mostraron un tamaño máximo de ¾” pulgada para el agregado grueso; pero difiere en los resultados con el ensayo Slump, superando a 4” en el asentamiento del concreto.

En función al segundo objetivo específico: Conforme a las propiedades físicas de la puzolana volcánica, se obtuvieron los siguientes resultados: una humedad natural de 12.26%, peso unitario de 1.19 g/cm<sup>3</sup>, densidad de 1.17 g/cm<sup>3</sup>, índice plástico de 4.92, gravedad específica de 2.53 y un tipo de suelo arena limosa. Se procede a comparar los resultados; en este contexto, los hallazgos no coinciden con los obtenidos por Derrouiche et al. (2025), que en su investigación se identificó una densidad de la puzolana natural de 0.98 g/cm<sup>3</sup>. En cambio, difiere con los valores obtenidos de Hamada et al. (2023), que consiguió durante su análisis, una densidad absoluta de 2.54 g/cm<sup>3</sup>. Además, difiere el resultado de Omrane & Rabehi (2020), que obtuvo una densidad absoluta de 2.45 g/cm<sup>3</sup> de la puzolana. Existe concordancia entre los resultados de Carrera & Lino (2021), al encontrar un tipo de suelo arena limosa. Conforme a las propiedades químicas de la puzolana volcánica, se obtuvieron los siguientes resultados: 53.72% de SiO<sub>2</sub>, 19.96% de

$Al_2O_3$ , 3.38% de  $Fe_2O_3$ , la cual al ser sumadas llegan a un 77.06%; indicando que la puzolana usada en esta investigación es un material puzolánico de clase N, CaO de 0.90%, un pH de 8.88% siendo este material una sustancia alcalina y un sulfato ( $SO_4^-$ ) de 0.09; lo cual señala que tiene un grado de agresividad al concreto leve. Así, se enfrentan los resultados obtenidos, por tanto, los resultados coinciden con Derrouiche et al. (2025), al tener más del 70 % de los compuestos reactivos. Asimismo, concuerda con Hamada et al. (2023), al tener mayor del 70% de  $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ . No existe concordancia entre los resultados de Carrera & Lino (2021), tuvo un rango de 5% a 6.5% de óxido de hierro y 9.24% a 18.6% de óxido de silicio, un pH de 7.85% de y 0.006% de sulfatos. Por otra parte, los resultados también coinciden con Farfan et al (2024), la cual obtuvo resultados de ensayo químico de los compuestos principales de la puzolana mayores al 70%.

Tercer objetivo específico: Mediante la prueba a compresión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de material puzolana; se obtuvo resultados de resistencia con 0% de puzolana de 241.8 a los 7 días, 293.98 (14 días), 319.93 (21 días) y 335.98 (28 días) todos en unidades de kilogramos por centímetro cuadrado, para un concreto con 3% se encontró resultados de 221.75 kg/cm<sup>2</sup> (7), 294.75 (14), 321.73 (21) y 353.10 kg/cm<sup>2</sup> a sus 28 días, para un concreto con 5% de puzolana; 208.20, 258.55, 299.73 y 349.03 kg/cm<sup>2</sup> para 7, 14, 21 y 28 días de forma respectiva, finalmente se encontró resultados para el concreto con 7% de puzolana volcánica; 89.73, 106.85, 117.05 y 131.81 kg/cm<sup>2</sup>, para 7, 14, 21 y 28 días de forma respectiva. A partir de ello, se procede a contrastar los resultados con los planteamientos de distintos autores; En consecuencia, los resultados son similares con Derrouiche et al. (2025), que en su análisis encontró que la resistencia compresiva del mismo material con 10% y 20 % aumento a comparación del concreto de control estos eran menores hasta los 28 días, después de conocer los resultados del concreto con 20% de puzolana después de los 90 días; supero de manera significativa a los concretos con todos los porcentajes; mientras tanto a mayor porcentaje de la puzolana natural, la resistencia disminuye. Asimismo, los resultados muestran corresponder de Hamada et al. (2023), que la resistencia compresiva a los 7 y 28 días del concreto de control fue de 28 y 37 MPa de manera correspondiente, disminuyendo la resistencia a las mismas edades en 26 y 32 MPa de un concreto con 5% de puzolana natural y disminuyendo también en mayor porcentaje de este material. Además, no coincide con Huacasi (2022), que la resistencia a compresión del concreto con 0% de puzolana volcánica es de 15.73 MPa (7días), 18.96 MPa (14 días) y 21.09 MPa (28 días), fue superada por el concreto con 5% se tuvo resultados de 18.15, 20.17 y 23.15 MPa para 7, 14 y 18 días según el orden

mencionado. También difieren los resultados de Chalco (2022), ya que en su investigación los concretos a las edades de 7, 14 y 28 días, con 10%, 20% y 30% de piedra volcánica disminuyeron su resistencia a compresión frente al concreto de control. Por otra parte, se evidencia una discrepancia en los resultados de Carrera & Lino (2021), identificaron que el concreto con 5% de ceniza volcánica incrementó la resistencia en 153 (7 días), 184 (14 días), pero concuerdan el incremento de la resistencia a los 28 días (215); todos ellos en unidades de kilogramos por centímetro cuadrado en comparación con el concreto de control con 150 (7 días), 182 (14 días) y 213 kg/cm<sup>2</sup> (28 días). En cambio, los resultados concuerdan con Al-swaiani (2021); la cual tuvo un concreto con 3% de puzolana natural con una resistencia óptima de 556.03 MPa e incrementando su resistencia en un 11%. Se evidencia una avenencia en los resultados de Ruiz & Yupanqui (2023), identificaron que el concreto con 5% de ceniza aumentó su resistencia a los 28 días de curado. Lo mismo sucede con los resultados obtenidos por Palacios (2021), tuvo un concreto con 0.6% de ceniza; la cual supero en resistencia a los otros llegando a 39MPa tras 28 días. Mediante la prueba de resistencia a flexión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de puzolana volcánica; se obtuvo resultados con 0% de puzolana volcánica de 30.66 a los 7 días, 37.97 (14 días), 40.66 (21 días) y 44.26 kg/cm<sup>2</sup> (28 días), para un concreto con 3% se encontró resultados de 32.30 (7 días), 40.52 (14 días), 44.56 (21 días) y 46.99 kg/cm<sup>2</sup> para 28 días, para un concreto con 5% de puzolana; 29.70, 37.49, 41.07 y 42.75 kg/cm<sup>2</sup> tras 7, 14, 21 y 28 días de manera respectiva, finalmente se encontró resultados para el concreto con 7% de puzolana volcánica; 12.53, 12.75, 17.54 y 18.56 kilogramos por centímetro cuadrado, después de 7, 14, 21 y 28 de manera correspondiente. A partir de ello, se procede a contrastar los resultados con los planteamientos de distintos autores; En consecuencia, los resultados no concuerdan con Derrouiche et al. (2025), que en su investigación observó que la resistencia a flexión del concreto con 10%, 20%, 30% y 50%; todos ellos, en la edad de 28 días tuvieron una disminución gradual a comparación a la resistencia del concreto de control. Asimismo, los cálculos obtenidos difieren de Hamada et al. (2023), que la resistencia a flexión a su primera y cuarta semana del concreto de control fue de 6.3 y 8.9 MPa de manera correspondiente, disminuyendo la resistencia a las mismas edades en 5.7 y 8.1MPa de un concreto con 10% de puzolana natural y disminuyendo también de manera gradual en mayor porcentaje de este material. Además, no coincide con los resultados de Chalco (2022), ya que en su investigación los concretos a las edades de 7, 14 y 28 días, con 10%, 20% y 30% de piedra volcánica disminuyeron su resistencia a flexión frente al concreto de control. Por otra parte, se

evidencia una discrepancia en los resultados de Carrera & Lino (2021), identificaron que en el caso del concreto con 5% de ceniza volcánica incrementó la resistencia en 20.33 (7 días), 22.27 kilogramos por centímetro cuadrado (14 días), pero concuerdan en el incremento de la resistencia a los 28 días (23.27), en comparación con el concreto de control con 20.22 (7 días), 22.17 (14 días) y 23.39 kg/cm<sup>2</sup> (28 días).

Cuarto objetivo específico: a partir del análisis de los costos unitarios, se puede observar un resultado beneficioso al integrar la puzolana volcánica en 3% al concreto, ya que con ello la resistencia en ambos casos es óptima y el costo es de 493.16 soles, a comparación del concreto convencional con un costo de 526.04 soles por metro cubico. Los costos para el concreto con 5%, y 7% fueron de 490.36 y 487.56 soles según el orden mencionado. Los costos disminuyen gradualmente al incorporar mayor porcentaje de puzolana volcánica. Estos resultados coinciden con Huacasi (2022), al incorporar el 5% de la puzolana obtuvo un costo de 272.15 soles a comparación del costo del concreto de control de 275.93 soles, para la incorporación porcentual mayor de la puzolana al concreto los costos disminuyen de manera gradual.

## V. CONCLUSIONES

En esta tesis se realizó la incidencia de la incorporación de puzolana volcánica en las resistencias a compresión y flexión del concreto con 0%, 3%, 5% y 7% de este material. Bajo esa perspectiva, se constató que, a la edad de 28 días, produce resultados beneficiosos en la evolución de la capacidad de compresión del concreto con 3% y 5% de puzolana, estos también producen resultados beneficiosos en la evolución de la capacidad de flexión del concreto con 3% de puzolana. Por su parte, las mezclas con 7 % de material puzolánico muestran una disminución en la resistencia a la compresión con relación al concreto de control. Por su parte, las mezclas con 5% y 7 % de puzolana volcánica muestran una disminución en la resistencia a flexión con relación al concreto de control.

Se ejecutó la evaluación detallada de las propiedades físicas de los agregados, la cual influyó un impacto favorable en el diseño de mezcla, se obtuvo como producto en la trabajabilidad asentamientos entre 3” a 4” para los concretos con 0%, 3%, 5% y 7%; con la cual representa a un diseño de mezcla plástica, en cuanto a la proporción de desgaste del agregado grueso fue de 11.65%

Se ejecutó la interpretación de las propiedades físicas y químicas de la puzolana volcánica, el cual presentó una densidad de 1.17 kg/cm<sup>3</sup>, peso unitario de 1.18 gr/cm<sup>3</sup>, gravedad específica de 2.54. En lo que se refiere al análisis químico, los compuestos con mayor porcentaje fueron el dióxido de silicio (53.72%), óxido de aluminio (19.96%) y óxido de hierro (3.38%) al ser sumadas superan al 70%, con la cual que se concluye que es un material puzolánico y 0.09% de sulfato que tiene un grado leve en cuanto a la agresividad del concreto. De esta manera, se pudo evaluar la puzolana es apto para usar como material en un concreto.

Se realizó los ensayos a compresión del concreto, que al incorporar porcentajes de 3% y 5% la puzolana volcánica ejerció una influencia positiva a la edad de 28 días, con 353.10 y 349.03 kg/cm<sup>2</sup> a comparación del concreto con 0% que presentó una resistencia de 335.98 kg/cm<sup>2</sup>. A llevar acabo los ensayos a flexión tuvo una influencia positiva a la edad de 28 días, al tener concretos con 3% de puzolana volcánica, con resistencias de 46.99 kg/cm<sup>2</sup>, que fueron superiores al concreto de control (44.26 kg/cm<sup>2</sup>).

Finalmente, con respecto al costo de producción del concreto, se observa una disminución. El concreto de control (0% de puzolana) tuvo un costo de S/526.04. Es importante señalar que la reducción de costo es de manera gradual a los costos de los

concreto con 3%, 5 % y 7% de puzolana volcánica, que tuvieron costos de S/493.16, S/490.36 y S/487.56 de manera correspondiente. En consecuencia, el concreto que presenta una buena calidad y una reducción razonable en costos corresponde al de 3% y 5 % de puzolana, con un valor de S/493.16 y S/490.36 por metro cúbico para la resistencia a compresión. En cambio, para flexión el concreto que evidencie una buena calidad y una reducción razonable en costos corresponde al de 3% de puzolana, con un valor de S/493.16 por metro cúbico.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda explorar otras alternativas que permitan evaluar cómo influye la puzolana volcánica en la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto, con el propósito de encontrar opciones más idóneas a las condiciones locales y que mejoren la efectividad y el impacto ambiental del proyecto.

En lo que respecta a las propiedades del agregado, se recomienda realizar los ensayos necesarios para determinar una proporción óptima en el diseño de mezcla, asegurando que cumpla con las normas técnicas peruanas e internacionales. Asimismo, los equipos utilizados en los ensayos de laboratorio deben estar debidamente calibrados, a fin de garantizar la confiabilidad de los datos alcanzados.

En relación con las características físicas y químicas de la puzolana volcánica, se recomienda tener una granulometría adecuada, baja densidad, controlar la humedad y absorción. Esto con la finalidad de garantizar mejor integración y dosificación de mezcla. En cuanto a las propiedades químicas, se recomienda verificar un mayor porcentaje (>50%) del contenido de sílice ya que es un factor determinante en la actividad puzolánica (ASTM C618), menores porcentajes de sulfatos y álcalis para evitar la agresividad en el concreto.

Acerca a la resistencia a compresión y flexión, se recomienda utilizar concretos con 3% y de puzolana volcánica; puesto que con ello la resistencia es óptima y mejora a comparación del concreto de control o convencional. Además.

Finalmente, para determinar el costo, se recomienda realizar un análisis de precios unitarios tomando en cuenta los costos actualizados de los insumos, lo que permitirá obtener una estimación de costos más exacta y adaptada a las condiciones del entorno local.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. *Editorial San Marcos. Lima-Perú.*
- Al-Fadala, S., Chakkamalayath, J., Al-Bahar, S., Al-Aibani, A., & Ahmed, S. (2017). Significance of performance based specifications in the qualification and characterization of blended cement using volcanic ash. *Construction and Building Materials*, 144, 532-540. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061817305640>
- Al-swaidani, A. M. (2021). Natural pozzolana of micro and nano-size as cementitious additive: resistance of concrete/mortar to chloride and acid attack. *Cogent Engineering*, 8(1). <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120878389&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=964c43b2b13e5ecbdb7626fbc04a3c0f&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Natural+pozzolana+of+micro+and+nano%29&sl=160&sessionSearchId=964c43b2b13e5ecbdb7626fbc04a3c0f&relpos=0>
- Aly Ahmed, A. M., & Mantawy, I. M. (2025). Additive Construction of Low Embodied Carbon Concrete: Geopolymer Concrete. *Journal of Building Engineering*, 112984. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710225012215>
- Avendaño Mariano, M. J. (2023). *Desarrollo experimental de hormigones sostenibles: efectos de las puzolanas* [Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/393732>
- Briones Armas, D. J. (2023). *Influencia del Reemplazo de Cemento por Pozzolana Volcánica en la Resistencia a Compresión del Concreto Compactado  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Cajamarca.* <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5743>
- Cabanillas, E. S. M., & Rabanal, K. N. C. (2024). Influence of Andesitic Tuff Pozzolana on the Compressive Strength of a Mortar  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ . *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology.* <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85203847723&doi=10.18687%2fLACCEI2024.1.1.458&partnerID=40&md5=8ddf0a9b749c80769f6f6f9510194268>

- Cai, K., Wang, G., Li, W., & Long, W. (2024). Numerical simulation of concrete strength based on microstructure and mineral composition analysis using micro-CT and XRD technology. *Construction and Building Materials*, 432, 136505. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061824016465>
- Carrera Saavedra, C. E., & Lino Solano, J. L. (2021). *Efectos de la ceniza volcánica en la resistencia a la compresión y en el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* , Lima 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91339>
- Castillo Villanueva, E., & Gonzales Llanos, V. M. (2022). *Influencia del tipo de agua de mezcla sobre la resistencia a la compresión de concreto*. <http://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/2173>
- Celik, G., & Ozdemir, M. (2024). Determination of concrete compressive strength from surface images with the integration of CNN and SVR methods. *Measurement*, 238, 115331. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224124012168>
- Chalco Benavente, R. D. (2022). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de piedra pómez volcánica distrito de Coya, Cusco–2021*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91385>
- Corimanya Beltran, R. (2023). *Influencia de la ceniza volcánica en el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de la Cantera la Poderosa, Arequipa, 2022*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115732>
- Dada, H., Belaidi, A. S. E., Soualhi, H., Kadri, E.-H., & Benabed, B. (2021). Influence of temperature on the rheological behaviour of eco-mortar with binary and ternary cementitious blends of natural pozzolana and marble powder. *Powder Technology*, 384, 223-235. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591021001224>
- de Sousa Leite, L., Souza, M. T., da Silva, E. J., Benvenuti, T., de Castro Pessôa, J. R., & Amado, F. D. R. (2024). Assessing the flexural strength of reinforced concrete beams with bamboo splints co-assembled to steel rebars under three- and four-point flexural strength testing. *Case Studies in Construction Materials*, 20, e02933. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509524000846>

- Derrouiche, Y., Achoura, D., Saliba, J., & Cassagnabère, F. (2025). Natural pozzolan as a sustainable cement replacement in high-performance concrete: Effects on mechanical properties, durability, and microstructural development. *Scientific African*, 27, e02574. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227625000456>
- Fan, X., Liu, S., & Ge, F. (2025). Fracture properties of early-age concrete based on digital image correlation technique. *Engineering Fracture Mechanics*, 315, 110847. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2025.110847>
- Farfan, J. A., Quispe, Y., Vildoso, A., & others. (2024). La Evaluación Fisicomecánica del Concreto al Adicionar Cenizas del Tallo de Algarrobo para Pavimentos Rígido-Ayacucho, Perú. *Revista Politécnica*, 53(2), 89-96. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-01292024000200089](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292024000200089)
- Hamada, H. M., Abed, F., Beddu, S., Humada, A. M., & Majdi, A. (2023). Effect of Volcanic Ash and Natural Pozzolana on mechanical properties of sustainable cement concrete: A comprehensive review. *Case Studies in Construction Materials*, 19. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85169501315&doi=10.1016%2fj.cscm.2023.e02425&partnerID=40&md5=f2e6ca45145a8c7935b973b3f1c9441>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2013). Metodología de la Investigación Hernández Sampieri 6a Edición. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Huacasi Quispe, R. (2022). *Influencia de puzolana toba volcánica en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, Juliaca 2022*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107078>
- Kada, A., Mourad, B., Karim, B., & Eddine, K. D. (2023). INFLUENCE OF NATURAL POZZOLANA AND RECYCLED QUARRY SAND WASTE ON THE DIFFUSION OF CHLORIDE IONS IN SELF-COMPACTING SAND CONCRETE. *Revista Romana de Materiale/ Romanian Journal of Materials*, 53(1), 52 – 64. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85159444828&partnerID=40&md5=4fb4aaea426a538a068ef007133647ff>

- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concreto. Microestructura, propiedades e materiais, 2.*
- Méndez Gutierrez, R. (2022). *Comportamiento de la resistencia de concreto  $f'c= 175$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo cemento por ceniza de aserrín de eucalipto, Ayacucho 2022.* <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105977>
- Omrane, M., & Rabehi, M. (2020). Effect of natural pozzolan and recycled concrete aggregates on thermal and physico-mechanical characteristics of self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 247. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081009998&doi=10.1016%2fj.conbuildmat.2020.118576&partnerID=40&md5=8e50f01a51e46184556f2f10cec6d1de>
- Palacios Baldeon, L. V. (2021). *Evaluación de resistencia a compresión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de ceniza de coronta y nuez, Vilcashuamán, Ayacucho 2021.* <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66288>
- Pinto, M. R., Carrasco, C., & Caballero, K. (2018). Estudio experimental del concreto poroso con la incorporación de distintas granulometrías. *I+ D Tecnológico*, 14(2), 57-65. <https://core.ac.uk/download/pdf/234019591.pdf>
- Romero Quintero, A. F., & Hernández Rico, J. C. (2014). *Diseño de mezclas de hormigón por el método aci y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión* [Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/915>
- Ruiz Perez, R. F., & Yupanqui Huaman, D. L. (2023). *Influencia de la adición de ceniza de cabuya al 1%, 3% y 5% en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $F'C= 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Ayacucho-2022.* <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13428>
- Singh, V. K. (2023). 18 - Classification of pozzolana and production of pozzolanic cements. En V. K. Singh (Ed.), *The Science and Technology of Cement and Other Hydraulic Binders* (pp. 653-694). Woodhead Publishing. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323950800000182>
- Tayeh, B. A., Hamada, H. M., Almeshal, I., & Bakar, B. H. A. (2022). Durability and mechanical properties of cement concrete comprising pozzolanic materials with

alkali-activated binder: A comprehensive review. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01429.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522005617>

Villate, J. Q., & Cerna, G. C. (2020). Resistance to axial compression of the concrete  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, adding pozzolana volcanic, Cajamarca 2019. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85096777222&doi=10.18687%2fLACCEI2020.1.1.442&partnerID=40&md5=9c6fcbbf82cc33b0c14261e5d0fcdbd29>

Zhang, L., Zheng, M., Zhao, D., & Feng, Y. (2024). A review of novel self-healing concrete technologies. *Journal of Building Engineering*, 89, 109331.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710224008994>

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA	
Influencia de adición de puzolana volcánica en la resistencia a compresión y flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm2, huamanga Ayacucho 2025.	<p><b>Problema general</b></p> <p>¿De qué manera influirá la adición de puzolana volcánica en la resistencia a compresión y flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm2, Huamanga Ayacucho 2025?</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>La adición de puzolana volcánica influye en el incremento de la resistencia a compresión y flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm2, Huamanga Ayacucho 2025?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la influencia de la adición de puzolana volcánica en la resistencia a compresión y flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm2, Huamanga Ayacucho 2025.</p>			<p><b>Tipo:</b> Por su finalidad: es aplicada. Por su profundidad: es explicativa.</p>	
	<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>1) ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados que se usaran en el diseño de mezcla del concreto con <math>f'c=210</math> kg/cm2?</p> <p>2) ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas de la puzolana volcánica para elaborar un concreto con <math>f'c=210</math> kg/cm2?</p> <p>3) ¿Cómo influye la adición de puzolana volcánica en 0%, 3%, 5% y 7% en la resistencia a compresión y flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm2?</p> <p>4) ¿Cómo varía el concreto con adición de puzolana volcánica en el costo a comparación del concreto sin adición, para un diseño de <math>f'c=210</math> kg/cm2?</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>1) Las propiedades físicas de los agregados influyen de manera positiva en el diseño de mezcla del concreto con <math>f'c=210</math> kg/cm2?</p> <p>2) Las propiedades físicas y químicas de la puzolana volcánica tienen un efecto positivo para elaborar un concreto con <math>f'c=210</math> kg/cm2?</p> <p>3) La adición de puzolana volcánica en 0%, 3%, 5% y 7% influye positivamente en la resistencia a compresión y flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm2.</p> <p>4) El costo del concreto con adición de puzolana volcánica será menor a comparación con el concreto sin adición, para un diseño de <math>f'c=210</math> kg/cm2.</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>1) Determinar las propiedades físicas de los agregados que se usaran en el diseño de mezcla para el concreto <math>f'c=210</math> kg/cm2.</p> <p>2) Determinar las propiedades físicas y químicas de la puzolana volcánica para elaborar un concreto con <math>f'c=210</math> kg/cm2.</p> <p>3) Determinar la influencia de la adición de puzolana volcánica en 0%, 3%, 5% y 7% en la resistencia a compresión y flexión del concreto.</p> <p>4) Evaluar el costo del concreto con adición de puzolana volcánica, comparándola con el concreto sin adición, para un diseño de <math>f'c=210</math> kg/cm2.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Puzolana volcánica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades físicas</li> <li>Propiedades químicas.</li> <li>% de adición.</li> </ul>	<p><b>Método:</b> Según su enfoque es cuantitativo.</p> <p><b>Diseño:</b> experimental.</p> <p><b>Población:</b> La totalidad de la producción de concreto con <math>f'c=210</math>kg/cm2 con la incorporación de puzolana volcánica.</p> <p><b>Muestra:</b> La totalidad de muestras, haciendo un total de 64 testigos cilíndricos y 48 vigas.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> Técnica: Observacional y análisis documental. Instrumentos: guía de observación y ficha de resumen</p>	
					<p><b>Variable Dependiente 1:</b> Resistencia a compresión del concreto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades físicas</li> <li>Propiedades mecánicas.</li> </ul>	
					<p><b>Variable Dependiente 2:</b> Resistencia a flexión del concreto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades físicas</li> <li>Propiedades mecánicas.</li> </ul>	<p><b>Método de análisis de investigación:</b> Software estadístico.</p>

## Anexo 2: Operacionalización/Categorización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Escala de medición
<b>Variable independiente:</b> Puzolana volcánica	Según Singh (2023) menciona que la puzolana es un material que consiste en lava o tierra quemada expulsada durante las erupciones volcánicas. Cuando los volcanes entran en actividad, emiten flujos de roca fundida que se desplazan desde el cráter hasta que se enfrían. Este material volcánico está compuesto por silicio, aluminio y otros elementos. Se sabe que volcanes en países como Italia, Grecia, Alemania Occidental, Estados Unidos, entre otros, contienen materiales puzolánicos naturales.	Se realizará los ensayos en el laboratorio con la intención de saber sus propiedades físicas y químicas de la puzolana, además; el porcentaje de adición será de 0%, 3%, 5 y 7% de puzolana volcánica con respecto al cemento.	propiedades físicas	Clasificación de suelo Límites de consistencia. Contenido de humedad. Gravedad específica.	1 - 4	Ficha técnica de toma de datos de laboratorio, formatos de laboratorio, Excel.	Razón
			propiedades químicas	Análisis químico	5 - 6	Ficha técnica de toma de datos de laboratorio, Excel.	
			% de adición	0% 3% 5% 7%	6 - 10	Formatos de laboratorio, Excel.	
<b>Variable dependiente 1:</b> Resistencia a compresión del concreto.	La resistencia a compresión según la ACI 116; es la resistencia mayor sometida a una briqueta de concreto a cargas axiales, la expresión usada es la unidad de fuerza por el área transversal (Briones, 2023).	Se realizará ensayos en laboratorio con la finalidad de obtener los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.	Propiedades físicas	Consistencia	11 - 13	Ficha técnica de toma de datos de laboratorio, formatos de laboratorio, Excel.	Razón
				Peso unitario	14 - 15		Intervalo
			Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	16 - 19		
<b>Variable dependiente 2:</b> Resistencia a flexión del concreto.	La flexión en tres puntos genera tanto momento y cortantes, siendo la tensión máxima de flexión localizada en el punto de aplicación de la carga, mientras que los esfuerzos cortantes se concentran cerca de los apoyos (Souza et al. 2024).	Se realizará ensayos en laboratorio con la finalidad de obtener los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.	Propiedades físicas	Consistencia	20 - 21	Ficha técnica de toma de datos de laboratorio, formatos de laboratorio, Excel.	Razón
				Peso unitario	22 - 23		
			Propiedades mecánicas	Resistencia a flexión	24 - 27		Intervalo

*Nota.* La tabla nos resume de forma detallada las variables y cómo se van a medir.

### Anexo 3: Instrumentos de recolección de la información

#### 1) Formato para la evaluación de los agregados



**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO 17.9 DE DICIEMBRE N. 908 APROVISA S. J. BAUTISTA

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (<math>\omega</math>) % ASTM D2216 / MTC E108</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

TESISTA : Anderson Rodriguez Cordova  
 TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_{cc}$ -210 kg/cm<sup>2</sup>. HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
 UBICACION :  
 CANTERA :  
 MUESTRA :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

AGREGADO FINO - ARENA			
CAPSULA			
Peso de Capsula (gr)			
Peso de Capsula+ Arena Húmedo (gr)			
Peso de Capsula+ Arena Seco (gr)			
Peso de Arena Húmedo (gr)			
Peso de Arena Seca (gr)			
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD (w%)</b>			
<b>% W (PROMEDIO)</b>			

AGREGADO GRUESO - Piedra Tamaño Máximo Nominal = 3/4"			
CAPSULA			
Peso de Capsula (gr)			
Peso de Capsula+ A. Grueso Húmedo (gr)			
Peso de Capsula+ A. Grueso Seco (gr)			
Peso de A. Grueso Húmedo (gr)			
Peso de A. Grueso Seco (gr)			
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD (w%)</b>			
<b>% W (PROMEDIO)</b>			

  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Ingeniería y Concreto  
 Ing. N.º 22327

  
**Godofredo Amiquero Nahui**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N.º 365205

  
**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N.º 104478

<b>PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C-29/MTC E203</b>	Código de Ensayo	02_INF-30_LABMS_0-02
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Putado
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	20 de abril 2025

TESISTA : Anderson Rodríguez Cordova  
 TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
 UBICACIÓN :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

CANTERA : MUESTRA :

PESO UNITARIO SECO SUELTO								
	MUESTRA	Tara Recipiente (grs)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (grs)	Peso de Muestra (grs)	Peso Unitario (grs/cm <sup>3</sup> )	ERROR (%)	PESO UNITARIO (grs/cm <sup>3</sup> )
AGREGADO FINO (ARENA)								
AGREGADO GRUESO								

NOTA: Máximo error permisible 1%

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (VARILLADO)								
	MUESTRA	Tara Recipiente (grs)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (grs)	Peso de Muestra (grs)	Peso Unitario (grs/cm <sup>3</sup> )	ERROR (%)	PESO UNITARIO (grs/cm <sup>3</sup> )
AGREGADO FINO (ARENA)								
AGREGADO GRUESO								

NOTA: Máximo error permisible 1%

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN OBRAS DE SUELOS Y CONCRETO  
  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Ingeniería Civil y Construcción  
Ingeniero Civil, CIP. N° 55327

**Godofredo Amiquero Nahui**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
INGENIERO CIVIL  
Rep. CIP. N° 104678



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO 47.9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J BAPTISTA

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS  
NTP 400.022  
NTP 400.021**

TESISTA : Anderson Rodriguez Cordova  
TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
UBICACIÓN :  
CANTERA :  
MUESTRA :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

ENSAYO			
A	Peso de material saturado superficialmente seca (al aire)		
B	Peso fiola + agua		
C	Peso fiola+ muestra SSS + agua		
D= (A+B)-C	Volumen de masa +volumen de vacios (bruto)		
E	Peso del material seco en el horno		
F=D-(A-E)	Volumen de masa (neto)		
<b>ABSORCION = (A-E)/E*100</b>			

Peso especifico Bulk (Base seca) = E/C  
Peso especifico Bulk (Base saturada) = A/D  
Peso especifico aparente (Base seca) = E/F

**PROMEDIO**

Peso especifico Bulk (Base seca)  
Peso especifico Bulk (Base saturada)  
Peso especifico aparente (Base seca)

ABSORCION	
-----------	--

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

ENSAYO			
A	Peso de material saturado superficialmente seca (al aire)		
B	Peso de material saturado superficialmente seca (al agua)		
C = A-B	Volumen de masa + volumen de vacios (bruto)		
D	Peso de material seco en horno		
E = C-(A-D)	Volumen de masa (neta)		
<b>ABSORCION = (A-D)/D*100</b>			

Peso especifico Bulk (Base seca) = D/C  
Peso especifico Bulk (Base saturada) = A/C  
Peso especifico aparente (Base seca) = D/E

**PROMEDIO**

Peso especifico Bulk (Base seca)  
Peso especifico Bulk (Base saturada)  
Peso especifico aparente (Base seca)

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Ingeniería Civil y Concreto  
Ingeniero Civil N° 53427



**Godofredo Amiquero Nahui**  
INGENIERO CIVIL  
CIP, N° 365205



**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
INGENIERO CIVIL  
Rep. CIP, N° 104678



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO 17.9 DE DICIEMBRE N. 902 APROVISA S. J. BAUTISTA

<b>GRANULOMETRIA ASTM - C 136/MTC E 204</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

TESISTA : Anderson Rodriguez Cordova  
 TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PÚZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2020"  
 UBICACIÓN :

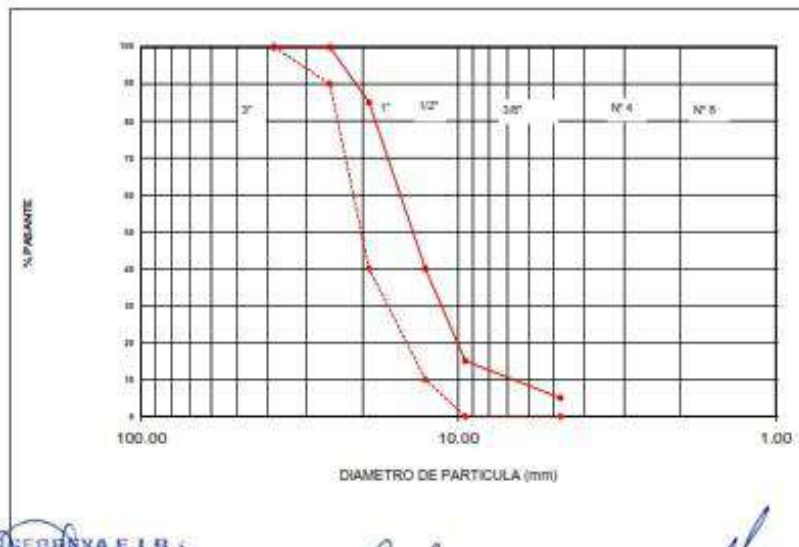
**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

CANTERA :  
 MUESTRA :

**AGREGADO GRUESO (roca chancada)**

TAMICES ASTM		PESO	% RET.	% RET.	% PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION GENERAL
PL.G.	MM	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMUL.	ASTM - N° 53	
3"	76.20						PESO INICIAL
2 1/2"	63.50						PESO GRAVA
2"	50.80					100-100	PESO ARENA
1 1/2"	38.10					150-100	PESO LAV.
1"	25.40					90-100	Tmax.
3/4"	19.10					40-65	M.PVEZA
1/2"	12.70					10-40	S.L.
3/8"	9.50					0-15	L.P.
N°4	4.75					0-5	EQUIV. ARENA
							% C. FRACT.
FONDO							% C.H. ALARG.
TOTAL							CLASIFICACION SUCS/AASTHO
							Clasificación (SUCS)
							Clasificación(AASTHO)
							MAX. DENS (g/cm3)

**CURVA GRANULOMETRICA**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORIOS EN OBRAS DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en OBRAS DE SUELOS Y CONCRETO  
 Ing. Civil N° 11 52327



**Godofredo Amiquero Nahui**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 365205



**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 104678



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO 47.9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J. BAUTISTA

<b>GRANULOMETRIA ASTM - C 136/MTC E 204</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

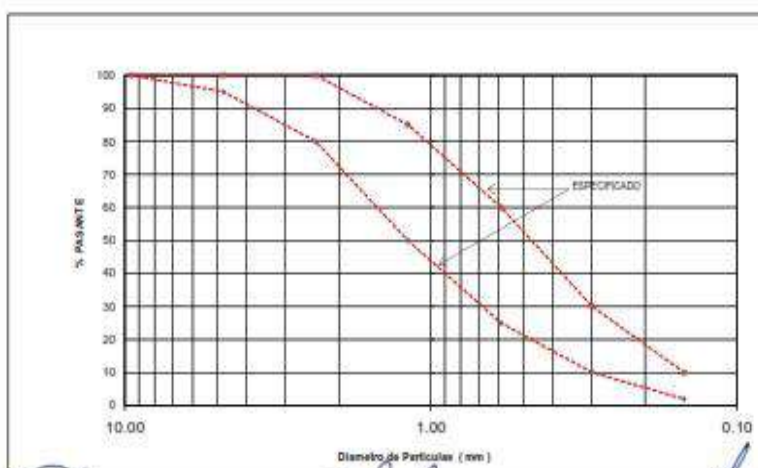
**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** :  
**MUESTRA** :

**: AGREGADO FINO (ARENA)**

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. %	DESCRIPCION GENERAL
PULO.	MM						
3"	76.20						PESO INICIAL
2 1/2"	63.50						PESO GRAVA
2"	50.80						PESO ARENA
1 1/2"	38.10						PESO LAV ARENA
1"	25.40						L.L.
3/4"	19.00						L.P.
1/2"	12.70						CLASIF.
3/8"	9.50					100-100	I.G.
N° 4	4.75					95-100	Módulo de Fineza
N° 8	2.35					80-100	EQUIV. ARENA
N° 16	1.18					50-85	% C.H. PRACT.
N° 30	0.60					25-60	% C.H. ALARG.
N° 50	0.297					10-30	CLASIFICACION SUCSIAASTHO
N° 100	0.149					2-10	Clasificación (SUCE)
N° 200	0.074						
Fondo							Clasificación(AASTHO)
Livado							
PESO							MAX. DENS (g/cm3)



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORIOS EN MATERIA DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil, CIP. N° 23137

**Godofredo Amiquero Nahui**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
 INGENIERO CIVIL  
 Rep. CIP. N° 104678



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV.9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J BAPTISTA

<b>ENSAYO DESGASTE DE LOS ÁNGELES NTP 400.019</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

TESISTA : Anderson Rodríguez Cordova  
 TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
 UBICACIÓN :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

CANTERA : MUESTRA :

Tamiz mm (apertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2 pulg)	25.0 mm (1 pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (3/4 pulg)	1251 ± 25	.....	.....	.....
19.0 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	1252 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	1253 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
9.5 mm (3/8 pulg)	6.3 mm (1/4 pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
6.3 mm (1/4 pulg)	4.75 mm (Nº 4 pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
4.75 mm (Nº 4 pulg)	2.36 mm (Nº 8 pulg)	.....	.....	.....	5000 ± 10
<b>Total</b>		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Agregado		Máquina de Los Ángeles		
Gradación	Tamaño Máximo Nominal	Nº Revoluciones	Nº Esferas	Velocidad (rev./min)

ENSAYO			
Prueba Nº			
Peso inicial de la muestra seca (g)			
Peso retenido en la malla Nº12 lavado y seco (g)			
Desgaste (%)			
Desgaste promedio (%)			

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Geotecnia y Concreto  
 Ing. Civil N.º 22127

**Godofredo Amiquero Nahui**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N.º 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N.º 104678

2) Formatos para el diseño de mezclas



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO 47.9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J. BAUTISTA

<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>	Código de Ensayo:	
	Técnico Laboratorio:	
	Ing. Laboratorio:	
	Ing. Responsable:	
	Fecha:	

**TESISTA:** Rodríguez Corlova, Anderson

**TESIS:** "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO. Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA, AYACUCHO 2025"

**UBICACIÓN:**

**CANTERA:**

**I. INGRESO DE DATOS BÁSICOS:**

**I.1. DATOS DE AGREGADOS:**

CARACTERÍSTICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Peso Unitario suelto seco (kg/m <sup>3</sup> )		
Peso Unitario Compactado seco (kg/m <sup>3</sup> )		
Peso Específico Masa seca (g/cm <sup>3</sup> )		
Humedad (%)		
Absorción (%)		
Módulo de Peneza		
Tamaño Máximo		
Tamaño Máximo Nominal (Pulgadas)		

**I.2. DATOS DEL CEMENTO:**

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
TIPO	
PESO ESPECÍFICO	

**I.3. PARÁMETROS DE DISEÑO**

Consistencia de Diseño	Asentamiento	Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado	Volumen de Agua (L/m <sup>3</sup> )	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (m <sup>3</sup> )

**I.4. DISEÑO**

Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio Fcr (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación Agua/Cemento W/C	Factor Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Factor Cemento (Bol/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO (m <sup>3</sup> )
Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	volumen absoluto del cemento (m <sup>3</sup> )	Volumen absoluto del agregado grueso (m <sup>3</sup> )	Volumen absoluto del agregado fino (m <sup>3</sup> )	Agua	Aire

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
INGENIERIA DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Ingeniero Civil en Suelos y Concreto  
Reg. CIP. N° 51327

**Godofredo Amiquero Nahui**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 104678



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO 47.9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J BAPTISTA

<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

TESISTA: Rodríguez Córdoba, Anderson

TESIS: "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXI  
F<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

UBICACION:

CANTERA:

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso seco del cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Peso seco del agregado grueso (m <sup>3</sup> )	Peso seco del agregado fino (m <sup>3</sup> )	Agua (litros/m <sup>3</sup> )

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	CORRECCION POR HUMEDAD			
	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Agregado grueso (m <sup>3</sup> )	Agregado fino (m <sup>3</sup> )	Agua (litros/m <sup>3</sup> )

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	PROPORCIÓN EN PESO			
	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN EN PIE <sup>3</sup>			
	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN			
	Cemento (Bolsas)	Agregado grueso (Pie <sup>3</sup> )	Agregado fino (Pie <sup>3</sup> )	Agua (Litros/Bolsa)

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	PROPORCIÓN EN PESO			
	Cemento (Kg)	Agregado grueso (Kg)	Agregado fino (Kg)	Agua (Litros/Kg)

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIO MULTIDISCIPLINARIO DE SUELOS Y CONCRETO

*Javier Chavez Peralta*  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil CIP. N° 55327

*Godofredo Amiquero Nahui*  
**Godofredo Amiquero Nahui**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 365205

*Mg. Gonzalo Pretel Islava*  
**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 104678

3) Formatos para fines de la caracterización de la puzolana volcánica



<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (w) % ASTM D2216 / NTP 339.127</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

TESISTA : Anderson Rodríguez Cordova  
 TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
 UBICACIÓN :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

CANTERA : MUESTRA :

DESCRIPCIÓN	PRECISIÓN
Horno Eléctrico Pinzuar (120 Litros)	
Balanza Electronica Ohaus (6200 gr)	
T° Ambiente (°C)	
Temperatura de secado (°C)	

Metodo de Ensayo

Prueba N.°			
Recipiente N.°			
1 Masa del recipiente, M1	(g)		
2 Masa del recipiente + masa del suelo húmedo, M2	(g)		
3 Masa del recipiente + masa del suelo seco, M3	(g)		
4 Masa de agua, Mw (2-3)	(g)		
5 Masa del suelo seco, Ms, (3-1)	(g)		
6 Contenido de humedad, $((4/5) \times 100)$	(%)		

Contenido de Humedad natural (%)	
----------------------------------	--

Prueba N.°			
Recipiente N.°			
1 Masa del recipiente, M1	(g)		
2 Masa del recipiente + masa del suelo húmedo, M2	(g)		
3 Masa del recipiente + masa del suelo seco, M3	(g)		
4 Masa de agua, Mw (2-3)	(g)		
5 Masa del suelo seco, Ms, (3-1)	(g)		
6 Contenido de humedad, $((4/5) \times 100)$	(%)		

Contenido de Humedad (%)	
--------------------------	--

Observación:  
  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Ingeniería Civil y Concreto  
 Ingeniero Civil N.º 53229

**Godofredo Amiquero Nahui**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N.º 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N.º 104678

<b>ENSAYO DE DENSIDAD</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICION DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO Fc=210 Ag/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : **MUESTRA** :

DENSIDAD DE SUELO SATURADO									
SUELO SATURADO	MUESTRA	Tara Recipiente (gr)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (gr)	Peso de Muestra (gr)	Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	ERROR (%)	PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> )	

NOTA: Máximo error permisible 1%

DENSIDAD DE SUELO NATURAL HUMEDO									
SUELO NATURAL HUMEDO	MUESTRA	Tara Recipiente (gr)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (gr)	Peso de Muestra (gr)	Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	ERROR (%)	PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> )	

NOTA: Máximo error permisible 1%

RESULTADOS	
Densidad saturada IN-SITU	(g/cm <sup>3</sup> )
Densidad húmeda IN-SITU	(g/cm <sup>3</sup> )
Contenido de suelo saturado	(%)
Contenido de humedad natural	(%)
Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )

**OBSERVACION:**

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil (C.I.P. N° 55327)

**Godofredo Amiquero Nahui**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Isjava**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 104675

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025"

**UBICACIÓN** :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** :

**MUESTRA** :

Prueba N°	LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LÍQUIDO			
Tara N°						
N° de golpes						
Tara + suelo húmedo (gr)						
Tara + suelo seco (gr)						
Peso del agua (gr)						
Peso de tara (gr)						
Peso suelo seco (gr)						
Contenido de humedad (%)						

L Líquido

L Plástico

I Plástico



**Observacion:**

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Ingeniería y Construcción  
 Ingeniero Civil CIP N° 52327

**Godofredo Amiquero Nahui**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 104678



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV.9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J. BAUTISTA

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913/D6913M-17</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

TESISTA : Anderson Rodríguez Cordova

TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2023"

UBICACIÓN :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

CANTERA :

MUESTRA :

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913/D6913M-17					
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
				Retenido	Pasa
3"	75.00				
2"	50.30				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.05				
1/2"	12.70				
3/8"	9.53				
1/4"	6.35				
Nº4	4.75				
Nº10	2.00				
Nº20	0.84				
Nº30	0.60				
Nº40	0.43				
Nº60	0.25				
Nº100	0.15				
Nº200	0.07				
Fondo de lavado					
Total					

DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO		
Peso seco inicial (gr)	Peso seco lavado (gr)	Pérdida por lavado (gr)

ENSAYO ESTANDAR		
% grava	% arena	% finos

LIMITE DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Limite Líquido (%)	Limite plástico (%)	Índice Plástico (%)

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA				
D10 (mm)	D30 (mm)	D60 (mm)	Cu	Cc

CLASIFICACION DE SUELO	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	
Clasificación AASTHO (ASTM D3282)	



Observación:

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Ingeniería de Mecánica de Suelos y Concreto

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica y Concreto  
Ingeniero Civil Reg. CIP. Nº 55327

**Godofredo Amiquero Nahui**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. Nº 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. Nº 104678

<b>GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D854/NTP 339.131</b>	Código de Ensayo	
	Técnico Laboratorio	
	Ing. Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025"

**UBICACIÓN** :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** :  
**MUESTRA** :

Metodo de ensayo  A  B

Picnometro		Tiempo de reposo (suelo + agua)	
Termometro		Tiempo de reposo baño maria	

Prueba n°		1	2	3
1	Temperatura de ensayo, $T_t$	°C		
2	Densidad del agua a la temperatura de ensayo, $P_{w,t}$	g/ml		
3	Masa del picnometro, $M_p$	g		
4	Volumen del picnometro, $V_p$	g		
5	Masa del picnometro + agua + suelo seco, $M_{pws,t}$	g		
6	Masa del suelo seco, $M_s$	g		
7	Masa del picnometro + agua, $M_{pw,t}$	g		
8	Gravedad especifica a la temperatura de ensayo $G_t$			
9	Factor de correccion por temperatura, k			
10	Gravedad especifica a 20°C			

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, I.P.N. 23327

**Godofredo Amiquero Nahui**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 104678

4) Formatos para el ensayo químico de la puzolana



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO 47.9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J. BAUTISTA

<b>ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS</b> NTP 339.152/NTP 339.1777/NTP 339.178	Código de Ensayo	
	Ing. Laboratorio	
	Ing. Responsable	
	Fecha	

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
**TESIS** : INFLUENCIA DE ADICION DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO f'c=210 kg/cm2, HUAMANGA AYACUCHO 2025

**UBICACIÓN** :

**FECHA** :

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**MATERIAL** :

**MUESTRA** :

CONTENIDO DE SULFATOS Y EL GRADO DE AGRESIVIDAD AL CONCRETO (%)					
ACI 201.2R.77			BRS DIGEST		FNC
Grado	Sulfato (suelo)	Sulfato (agua)	Sulfato (suelo)	Sulfato (agua)	Sulfatos
Baja					
Moderado					
Severo					
Muy severo					

VALORES TOLERABLES RECOMENDADOS (%)			
Sustancias	MTC	70/VA 5	H2O
Cloruro			
Sulfatos			
Sales solubles			
Sales en magnesio			
pH			
Mat. Orgánica expres. en oxígeno			

DATOS DEL ANALISIS QUIMICO - PUZOLANA VOLCANICA		
Compuesto	Contenido (%)	Descripción
SiO <sub>2</sub>		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
K <sub>2</sub> O		
CaO		
MgO		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		

DATOS DEL ANALISIS QUIMICO - PUZOLANA VOLCANICA		
Compuesto	Contenido (%)	Descripción
pH		

ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELOS	
Componentes	Métodos
Sales solubles totales	
Sulfatos	
Cloruro	
pH	
Sulfuros	
Carbonatos	
Materia orgánica	

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N° 53327

**Godofredo Amiquero Nahui**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 365205

**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
INGENIERO CIVIL  
Rep. CIP. N° 104678





**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Geología,  
Geofísica, Concreto y Pavimento**

LABORATORIO AV.9 DE DICIEMBRE N. 602 APROVISA S. J. BAUTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	
Técnico Laboratorio	
Ing. Laboratorio	
Ing. Responsable	
Fecha	

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
 TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
 UBICACIÓN :  
 FECHA :

**GRAFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO**

f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>







**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV. 9 DE DICIEMBRE N. 502 APROVISA S. J. BAUTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO  
ENDURECIDO  
ASTM C78**

Código de Ensayo	
Técnico Laboratorio	
Ing. Laboratorio	
Ing. Responsable	
Fecha	

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
UBICACIÓN :  
FECHA :

**GRÁFICO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO**

DISEÑO :  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>






INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Consultoría en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero: J. P. P. 22327  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**

PERIODO (DÍAS)  
  
**Godofredo Amiquero Nahui**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 365205

  
**Mg. Gonzalo Pretel Islava**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 104678

**Anexo 4: Ficha técnica**

Nombre original del instrumento:	<p><b>Variable Independiente:</b> Puzolana volcánica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ficha técnica de toma de datos de laboratorio</li> <li>- Formatos de laboratorio</li> </ul> <p><b>Variable dependiente:</b> Resistencia a compresión y flexión del concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ficha técnica de toma de datos de laboratorio</li> <li>- Formatos de laboratorio</li> </ul>
Autor y año:	Original: NTP (2018-2021), ASTM (2000- 2023)
	Adaptación: Anderson Rodríguez Córdova.
Objetivo del instrumento:	Recopilar datos relevantes para las variables de estudio; puzolana volcánica y la resistencia a compresión y flexión del concreto.
Usuarios:	Investigadores y constructores de obras civiles.
Forma de administración o modo de aplicación:	Mediante la observación directa y se aplicó con los formatos estandarizados acorde a las normativas vigentes.
Validez:	<p>Instrumentos aplicables según los expertos:</p> <p>Ing. Gonzalo Pretel Islava    Mg. Gonzalo Pretel Islava  INGENIERO CIVIL  Reg. CIP. N° 116478</p> <p>Ing. Javier Chavez Peralta    INGENIERIA S.A.S. S. DE INGENIERIA  INGENIERO CIVIL  JAVIER CHAVEZ PERALTA  CIP. N° 116478</p> <p>Ing. Godofredo Amiquero Nahui    Godofredo Amiquero Nahui  INGENIERO CIVIL  CIP. N° 366200</p>
Confiabilidad:	La confiabilidad del instrumento de investigación está garantizada, ya que está basada en las normativas nacionales (NTP) e internacionales (ASTM)

## Anexo 5: Validación del instrumento

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI								
<b>Título de la investigación:</b> Influencia de adición de puzolana volcánica en la resistencia a compresión y flexión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Huamanga Ayacucho 2025.								
<b>Testista:</b> Anderson Rodríguez Córdova					<b>Fecha:</b> 30/05/2025			
CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO								
N°	VARIABLES - DIMENSIONES - INDICADORES	Adecuación		Importancia		Precisión		Recomendación
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: PUZOLANA VOLCANICA</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FISICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Clasificación de suelo	X		X		X		
2	Límites de consistencia	X		X		X		
3	Contenido de humedad	X		X		X		
4	Peso unitario	X		X		X		
5	Densidad	X		X		X		
6	Gravedad específica	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD QUIMICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
8	Análisis químico	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 3: % DE ADICION</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
7	0%	X		X		X		
8	3%	X		X		X		
9	5%	X		X		X		
10	7%	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE 1: RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FISICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
11	Consistencia	X		X		X		
12	Peso unitario	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD MECANICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
13	Resistencia a compresión	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE 2: RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FISICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
14	Consistencia	X		X		X		
15	Peso unitario	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD MECANICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
16	Resistencia a flexión	X		X		X		

**Adecuación:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

**Importancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica.

**Precisión:** Se entiende sin dificultad el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable (X)      Aplicable después de corregir ( )      No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador/ DNI:

PRETEL ISLAVA, GONZALO / 28268207

Especialidad del validador:

MAGISTER - ING. CIVIL



Mg. Gonzalo Pretel Islava  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 104678

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI								
Título de la investigación:		Influencia de adición de puzolana volcánica en la resistencia a compresión y flexión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Huamanga Ayacucho 2025.						
Tesisista: Anderson Rodríguez Córdova				Fecha: 30/05/2025				
CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO								
N°	VARIABLES - DIMENSIONES - INDICADORES	Adecuación		Importancia		Precisión		Recomendación
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: PUZOLANA VOLCANICA</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FÍSICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Clasificación de suelo	X		X		X		
2	Límites de consistencia	X		X		X		
3	Contenido de humedad	X		X		X		
4	Peso unitario	X		X		X		
5	Densidad	X		X		X		
6	Gravedad específica	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD QUÍMICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
6	Análisis químico	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 3: % DE ADICIÓN</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
7	0%	X		X		X		
8	3%	X		X		X		
9	5%	X		X		X		
10	7%	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE 1: RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FÍSICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
11	Consistencia	X		X		X		
12	Peso unitario	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD MECANICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
13	Resistencia a compresión	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE 2: RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FÍSICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
14	Consistencia	X		X		X		
15	Peso unitario	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD MECANICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
16	Resistencia a flexión	X		X		X		

**Adecuación:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

**Importancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica.

**Precisión:** Se entiende sin dificultad el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Opinión de aplicabilidad:**      Aplicable (X)      Aplicable después de corregir ( )      No aplicable ( )

**Apellidos y nombres del juez validador/ DNI:**

CHAVEZ PERALTA, JAVIER /28246071

**Especialidad del validador:**

INGENIERO CIVIL



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI								
Título de la investigación:		Influencia de adición de puzolana volcánica en la resistencia a compresión y flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Huamanga Ayacucho 2025.						
Tesisista: Anderson Rodríguez Córdova				Fecha: 30/05/2025				
CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO								
N°	VARIABLES - DIMENSIONES - INDICADORES	Adecuación		Importancia		Precisión		Recomendación
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: PUZOLANA VOLCANICA</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FISICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Clasificación de suelo	X		X		X		
2	Límites de consistencia	X		X		X		
3	Contenido de humedad	X		X		X		
4	Peso unitario	X		X		X		
5	Densidad	X		X		X		
6	Gravedad específica	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD QUIMICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
6	Análisis químico							
<b>DIMENSIÓN 3: % DE ADICION</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
7	0%	X		X		X		
8	3%	X		X		X		
9	5%	X		X		X		
10	7%	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE 1: RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FISICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
11	Consistencia	X		X		X		
12	Peso unitario	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD MECANICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
13	Resistencia a compresión							
<b>VARIABLE DEPENDIENTE 2: RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO</b>								
<b>DIMENSIÓN 1: PROPIEDADES FISICAS</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
14	Consistencia	X		X		X		
15	Peso unitario	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: PROPIEDAD MECANICA</b>		Si	No	Si	No	Si	No	
16	Resistencia a flexión	X		X		X		

**Adecuación:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

**Importancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica.

**Precisión:** Se entiende sin dificultad el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Opinión de aplicabilidad:**                      Aplicable (X)                      Aplicable después de corregir ( )                      No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador/ DNI:

AMIGUERO NAHUI GODOFREDO / 45047952

Especialidad del validador:

Ing. Civil



Godofredo Amiguel Nahui  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 365205

## Anexo 6: Carta de presentación



“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA”

Trujillo, 24 de febrero del 2025

### CARTA N° 011-2025/UCT-FIA

**SR. CUADROS AGUADO REINALDO  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACAYCASA**

Presente. -

De mi especial consideración:

Mediante la presente es para hacerle llegar mi cordial saludo y a la vez presentarle al Sr. **RODRIGUEZ CORDOVA ANDERSON**, identificado con DNI N° 73866613, en su condición de bachiller del programa de estudios de **INGENIERIA CIVIL** de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, quien desarrollará la investigación titulada: **“INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025”**. Para ello se requiere la autorización y acceso para aplicar los instrumentos correspondientes en la entidad que usted dirige.

Conocedores de su alto espíritu de colaboración con la investigación que redundará no solo en la identificación y planeamiento de solución a una problemática concreta, sino que al mismo tiempo permitirá el desarrollo de la tesis que conlleve a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil, para el bachiller presentado líneas arriba.


Agradeciendo su atención a la presente.

Atentamente,



**MG. ING. BREITNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

## Anexo 7: Carta de autorización emitida por la entidad que faculta el recojo de datos



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACAYCASA**  
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Pacaycasa, 28 de febrero de 2025

**CARTA N° 018 -2025-MDP/A**

**M.G. ING. BREITNER GUILLERMO DIAZ RODRÍGUEZ**  
**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**


**Presente. -**  
**ASUNTO** : Autorización y acceso para aplicar los instrumentos de proyecto de tesis  
**REFERENCIA** : Carta N° 011-2025/UCT-FIA

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para expresarle un saludo cordial a nombre de la Municipalidad Distrital de Pacaycasa "Cuna del Imperio Wari"; y al mismo tiempo hacer de su conocimiento sobre su solicitud presentado a favor del Sr. ANDERSON RODRÍGUEZ CÓRDOVA, identificado con DNI N° 73866613, bachiller del programa de estudios de Ingeniería Civil de la facultad de ingeniería y arquitectura, donde hace la mención de que va realizar una investigación que servirá para el desarrollo de su tesis, donde dicha investigación es titulada " **INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025**". Así mismo se recomienda cumplir de dar a conocer y/o coordinar con el propietario de la misma forma con la junta directiva de la jurisdicción de donde se realizará dicho trabajo


En ese sentido, se le otorga la **AUTORIZACIÓN** para realizar dichas especificaciones que menciona el documento de referencia; Se recuerda al solicitante debe cumplir con las recomendaciones que especifica la institución bajo responsabilidad alguna que puede ocasionar el solicitante, así mismo se recomienda previamente la autorización dar a conocer al propietario a fin de que puede haber malos entendidos sobre el presente.


Sin más que mencionarlo, me suscribo de usted.


Atentamente




MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACAYCASA  
HUAMANGA - AYACUCHO  
Reinaldo Cuadros Aguado  
ALCALDE

 +51 966964574

 municipalidadpacaycasa2023@gmail.com

 Plaza principal 5/N  
Pacaycasa



**PACAYCASA**  
Plaza principal 5/N  
Pacaycasa

Gestión 2023 - 2026

*¡Juntos... para que llamemos mejor!*



- Determinar si los agregados son óptimos para la elaboración del concreto
- Diseñar mezclas de concreto con puzolana volcánica con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de diseño.

### 1.3. JUSTIFICACION

El ensayo de granulometría de los agregados es de importancia para el diseño del concreto debido a la relevante influencia de los agregados en la resistencia del mismo. Con lo dicho anteriormente es menester controlar la variable agregados.

Entre los agregados existe una relación granulométrica (agregados finos y gruesos), junto a la pasta de cemento, esta mezcla tiene que ser proporcional a las diferentes densidades del concreto a diseñar.

Ahora, según el cálculo y control de la granulometría de los agregados así será los resultados de resistencia y durabilidad de la obra a edificar. Además, existen normas que rigen los rangos granulométricos óptimos a utilizar en una mezcla de concreto, por lo tanto, en los estudios de agregados es completamente importante regirse a la norma.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. Nombre de la tesis

“INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025”.

### 2.2. Ubicación y acceso a la cantera de agregados

La cantera electa del cual se realizó los estudios pertinentes que se adjunta al presente informe y que se usará para los ensayos de la tesis, será la del distrito San José de Ticllas – río Chillico, siendo el tiempo de recorrido tal como se indica a continuación:

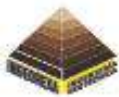
Huamanga – Río chillico = 50 minutos en camioneta

### 2.3. Descripción de cantera

En la cantera, actualmente los agregados gruesos, fino, piedras grandes y medianas vienen siendo explotada y es de propiedad privada.



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 53327



Los agregados se encuentran preparados y separados de acuerdo a su granulometría, listas para su venta. Anteriormente esta cantera provisiona de materiales para la construcción de diversas obras a nivel local y regional.

En cuanto a su explotación es con maquinaria pesada, empleándose para ello un cargador frontal, retroexcavadora y tractores de mediana potencia.

#### **2.4. Del trabajo a realizar en laboratorio**

Determinar las propiedades la granulometría de los agregados y realizar el diseño de mezclas de concreto.

### **3. DE LOS AGREGADOS**

#### **3.1. Definiciones básicas**

**Agregado para concreto:** es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por normas. Se les llama también áridos.

**Agregado fino:** es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 75  $\mu$ m (No. 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la norma.

**Agregado grueso:** es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (No. 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la presente NTP

**3.2. Diseño de mezclas de concreto:** El concreto es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava o piedra machacada y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales.

#### **3.3. Método empleado para la presente tesis**

El diseño de mezclas de concreto requeridas para los diversos ensayos de la tesis, se desarrollan bajo los lineamientos de la Norma del ACI -318, tomando en cuenta los agregados que se disponen en la Cantera del Rio Chillico.

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, I.P. N° 42327



**4. Resultado de los ensayos del agregado de la cantera del rio Chillico:**

**AGREGADO FINO (ARENA)**

Humedad	: 7.33%
Peso unitario seco suelto	: 1665.00 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compacto	: 1774.00 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	: 1.420 %
Módulo de fineza	: 3.03
Peso específico	: 2.460
Clasificación SUCS	: SP - SM
Clasificación AASTHO	: A-1-a(0)

**AGREGADO GRUESO (D=3/4")**

Humedad	: 2.87%
Peso unitario seco suelto	: 1274.00 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compacto	: 1481.00 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	: 2.380 %
Peso específico	: 2.639
Tamaño máximo nominal	: 1/2"
Desgaste	: 11.65
Clasificación SUCS	: GP - GM
Clasificación AASTHO	: A-1-a(0)

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN OBRAS DE TIERRA Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 117 55327

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Los agregados provenientes de la Cantera de RIO CHILLICO – HUAMANGA, fue entregado al laboratorio por el tesista, cumplen con las especificaciones de la Norma, siendo así:

- El agregado fino o arena cumple con las especificaciones técnicas.
- El agregado grueso cumple con las especificaciones

Para realizar el presente diseño de mezcla de concreto, en laboratorio se realizó el respectivo tratamiento, consistente en el tamizado y el respectivo lavado, hasta obtener las especificaciones recomendadas

La cantidad de agregados a utilizarse estará de acuerdo a las condiciones en que se encuentre el material en cantera, seca o húmeda pero que esté con un porcentaje de 9.48% para agregado fino y 8.64% para agregado grueso.

### 5.2. RECOMENDACIONES

Controlar periódicamente la granulometría en cantera, pue la variación del módulo de fineza entre uno y otro muestreo no debe variar en 0.20.

Extraer muestras de concreto en el momento del vaciado, para la rotura a compresión simple para los; 07 días, 14 días, 21 y 28 días, por lo menos dos muestras para cada fecha.

Para asegurar la homogeneidad del concreto o mortero, se recomienda mezclar durante 2 minutos todos los materiales componentes a la mezcladora.



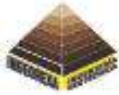
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 52127



# **ANEXO I**

## **REGISTRO EN CAMPO**



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

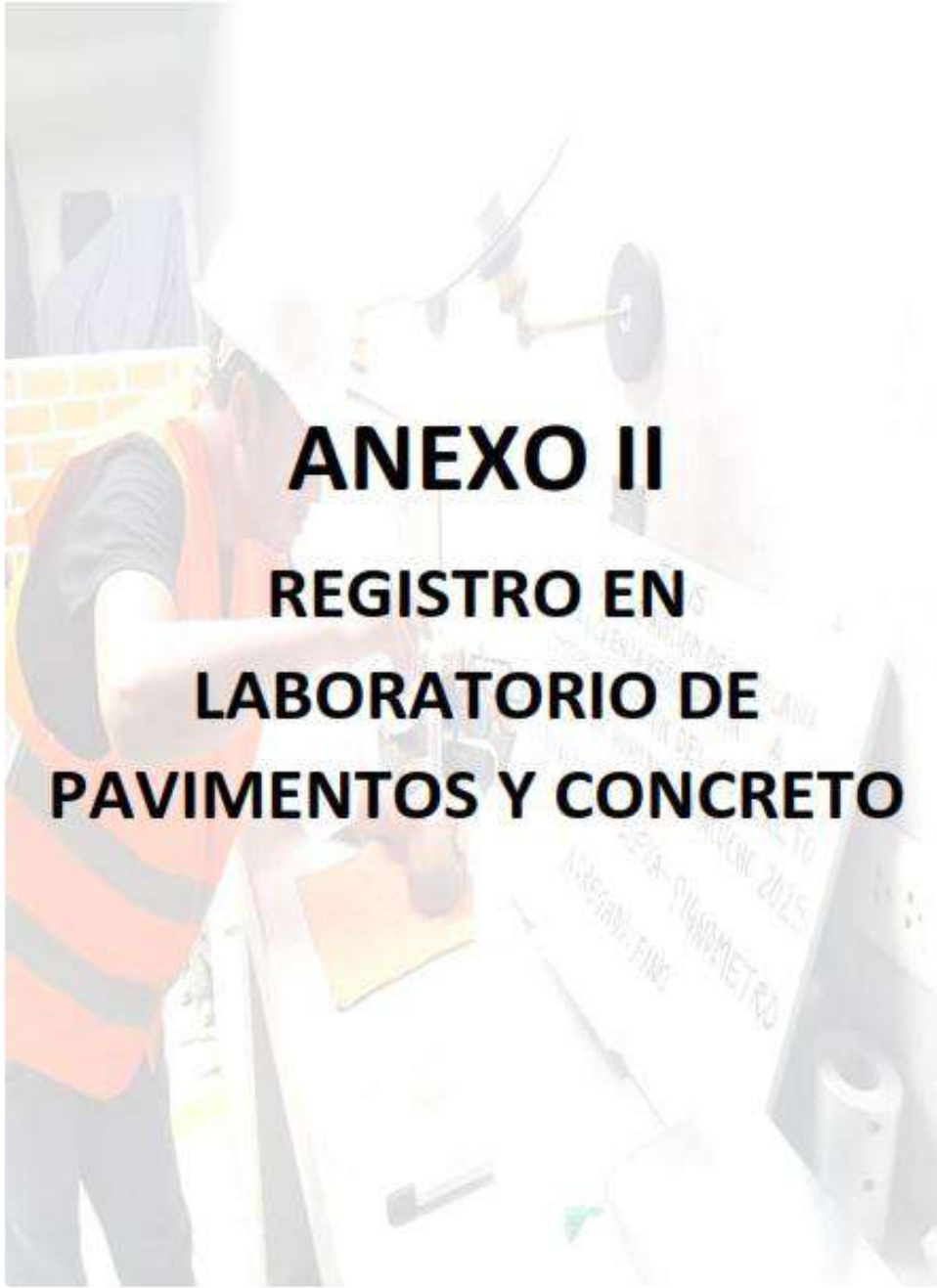
<b>PANEL FOTOGRAFICO - REGISTRO EN CAMPO</b>			
<b>AGREGADO GRUESO Y FINO (AG - 1, AF - 1)</b>			<b>CANTERA - CHILLICO</b>
<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>UBICACION</b>
<b>577794.000</b>	<b>8551502.000</b>	<b>2555.000</b>	<b>S.J. DE TICLLAS - RIO CHILLICO</b>



INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MATERIA DE SUELOS Y CONCRETO

*Javier Chavez Peralta*

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 55427



**ANEXO II**  
**REGISTRO EN**  
**LABORATORIO DE**  
**PAVIMENTOS Y CONCRETO**



<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (w) % ASTM D2216 / MTC E108</b>	Código de Ensayo	01_INF-30_LABMS_H-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo 2025

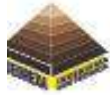
TESISTA	: Anderson Rodriguez Cordova
TESIS	: "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025"
UBICACION	: Ayacucho - Huamanga
CANTERA	: Rio Chillico - San Jose de Ticalas
MUESTRA	: AG - f_ AF - f

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

AGREGADO FINO - ARENA			
CAPSULA	1	2	3
Peso de Capsula (gr)	73.30	72.96	77.00
Peso de Capsula+ Arena Húmedo (gr)	266.93	279.40	281.73
Peso de Capsula+ Arena Seco (gr)	255.16	265.96	267.56
Peso de Arena Húmeda (gr)	193.63	206.84	203.87
Peso del Arena Seca (gr)	181.86	193.40	189.70
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD (w%)</b>	<b>7.57</b>	<b>6.95</b>	<b>7.47</b>
<b>% W (PROMEDIO)</b>	<b>7.33</b>		

AGREGADO GRUESO - Piedra Tamaño Máximo Nominal = 3/4"			
CAPSULA	1	2	3
Peso de Capsula (gr)	24.30	23.19	24.31
Peso de Capsula+ A. Grueso Húmeda (gr)	226.22	202.70	200.42
Peso de Capsula+ A. Grueso Seco (gr)	220.51	197.09	190.10
Peso de A. Grueso Húmedo (gr)	201.86	179.51	176.11
Peso del A. Grueso Seco (gr)	196.15	173.90	171.05
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD (w%)</b>	<b>2.91</b>	<b>3.23</b>	<b>2.48</b>
<b>% W (PROMEDIO)</b>	<b>2.87</b>		

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORÍA EN MATERIA DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil - CIP 47-53327  
 LABORATORIO



<b>PESO UNITARIO DE AGREGADOS ASTM C-29/MTC E203</b>	Código de Ensayo	02_INF-30_LABMS_0-02
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Huatado
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo 2025

**TESISTA** : Anderson Rodríguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : Rio Chillco - San Jose de Ticllas **MUESTRA** : AG - 1 \_ AF -

<b>PESO UNITARIO SECO SUELTO</b>								
	MUESTRA	Tara Recipiente (grs)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (grs)	Peso de Muestra (grs)	Peso Unitario (grs/cm <sup>3</sup> )	ERROR (%)	PESO UNITARIO (grs/cm <sup>3</sup> )
<b>AGREGADO FINO (ARENA)</b>	1	3874.00	940.04	5440.00	1566.00	1.666	0.06	1.665
	2	3874.00	940.04	5437.00	1563.00	1.663		
	3	3874.00	940.04	5438.00	1564.00	1.664		
	4	3874.00	940.04	5441.00	1567.00	1.667		
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1	3874.00	940.04	5074.00	1200.00	1.277	0.08	1.274
	2	3874.00	940.04	5070.00	1196.00	1.272		
	3	3874.00	940.04	5068.00	1194.00	1.270		
	4	3874.00	940.04	5075.00	1201.00	1.278		

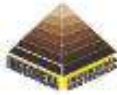
NOTA: Máximo error permisible 1%

<b>PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (VARILLADO)</b>								
	MUESTRA	Tara Recipiente (grs)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (grs)	Peso de Muestra (grs)	Peso Unitario (grs/cm <sup>3</sup> )	ERROR (%)	PESO UNITARIO (grs/cm <sup>3</sup> )
<b>AGREGADO FINO (ARENA)</b>	1	3874.00	940.04	5342.00	1668.00	1.774	0.06	1.774
	2	3874.00	940.04	5342.00	1668.00	1.774		
	3	3874.00	940.04	5338.00	1664.00	1.770		
	4	3874.00	940.04	5343.00	1669.00	1.775		
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1	3874.00	940.04	5267.00	1393.00	1.482	0.07	1.481
	2	3874.00	940.04	5263.00	1389.00	1.478		
	3	3874.00	940.04	5265.00	1391.00	1.480		
	4	3874.00	940.04	5268.00	1394.00	1.483		

NOTA: Máximo error permisible 1%

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
SOLUCIONES EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

**LABORATORIO**  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica de Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil (I.P. N° 52327)



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS  
NTP 400.022  
NTP 400.021**

TESISTA : Anderson Rodriguez Cordova  
TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f'_{c-210}$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2023"  
UBICACIÓN : Ayacucho - Huamanga  
CANtera : Rio Chillico - San Jose de Ticllas  
MUESTRA : AG - 1 \_ AF - 1

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

ENSAYO		M-1	M-2
<b>A</b>	Peso de material saturado superficialmente seca (al aire)	500.00	500.00
<b>B</b>	Peso fiola + agua	692.80	654.00
<b>C</b>	Peso fiola+ muestra S55 + agua	978.60	953.60
<b>D= (A+B)-C</b>	Volumen de masa +volumen de vacios (bruto)	214.20	201.00
<b>E</b>	Peso del material seco en el horno	492.00	494.00
<b>F=D-(A-E)</b>	Volumen de masa (neto)	206.20	195.00
<b>ABSORCION = (A-E)/E*100</b>		<b>1.03</b>	<b>1.21</b>

Peso especifico Bulk (Base seca) = E/C 2.297 2.458  
 Peso especifico Bulk (Base saturada) = A/D 2.334 2.488  
 Peso especifico aparente (Base seca) = E/F 2.386 2.533

**PROMEDIO**

Peso especifico Bulk (Base seca) 2.377  
 Peso especifico Bulk (Base saturada) 2.411  
 Peso especifico aparente (Base seca) 2.460

<b>ABSORCION</b>	<b>1.420</b>
------------------	--------------

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

ENSAYO		M-1	M-2
<b>A</b>	Peso de material saturado superficialmente seca (al aire)	3,023.00	3,005.00
<b>B</b>	Peso de material saturado superficialmente seca (al agua)	1,834.00	1,823.00
<b>C = A-B</b>	Volumen de masa + volumen de vacios (bruto)	1,189.00	1,182.00
<b>D</b>	Peso de material seco en horno	2,953.00	2,935.00
<b>E = C-(A-D)</b>	Volumen de masa (neta)	1,119.00	1,112.00
<b>ABSORCION = (A-D)/D*100</b>		<b>2.37</b>	<b>2.39</b>

Peso especifico Bulk (Base seca) = D/C 2.484 2.483  
 Peso especifico Bulk (Base saturada) = A/C 2.542 2.542  
 Peso especifico aparente (Base seca) = D/E 2.639 2.639

**PROMEDIO**

Peso especifico Bulk (Base seca)  
 Peso especifico Bulk (Base saturada)  
 Peso especifico aparente (Base seca)

<b>ABSORCION</b>	<b>2.38</b>
------------------	-------------

483  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORIO EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNICO  
 2039  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil N.º 55327



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

<b>GRANULOMETRIA ASTM - C 136/MTC E 204</b>	Código de Ensayo	04_INF-30_LABMS_GT-05
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo 2025

**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga

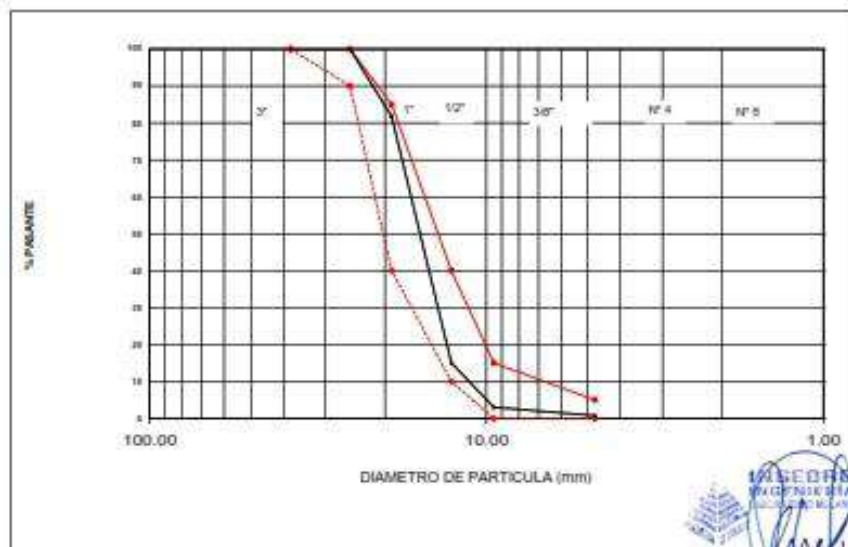
**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : Río Chillco - San Jose de Ticllas  
**MUESTRA** : AG - 1

**AGREGADO GRUESO (pedra chancada)**

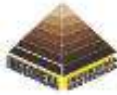
TÁMICES ASTM		PESO	% RET.		% PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION GENERAL		
PULG	MM	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMUL.	ASTM - N° 33			
3"	76.20	0.0					PESO INICIAL	2994.0	
2 1/2"	63.50	0.0					PESO GRAVA	2971.2	
3"	50.80	0.0	0.00	0.00	100.00	100-100	PESO ARENA	22.84	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100-100	PESO LAV	2871.16	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	90-100	Tras.	34.7	
3/4"	19.10	545.91	18.23	18.23	81.77	40-55	M.FINEZA	7.14	
1/2"	12.70	1368.00	45.73	64.97	35.03	10-40	L.L.	-	
3/8"	9.50	360.04	12.03	76.99	23.01	0-15	L.P.	-	
N° 4	4.75	87.21	2.91	79.90	20.10	0-5	EQUIV. ARENA	-	
							% C. FRACT.	-	
FONDO		22.84					% C.H. ALARG.	-	
TOTAL		2994.00					<b>CLASIFICACION SUCS/AASHTO</b>		
							Clasificación (SUCS)	GP - GM	
							Grava pobremente graduada con limo		
							Clasificación(AAST)	A-1-a(2)	
							Bueno		
							MAX. DENS (g/cm <sup>3</sup> )	2.639	

**CURVA GRANULOMETRICA**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORIO EN MATERIA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Geotecnia y Concreto  
 Ingeniero Civil N° 53327



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**GRANULOMETRIA  
ASTM - C 136/MTC E 204**

Código de Ensayo:	01_INF-30_LABMS_GT-05
Técnico Laboratorio:	Sergio Chávez Huilado
Ing. Responsable:	Javier Chávez Peralta
Fecha:	Marzo 2025

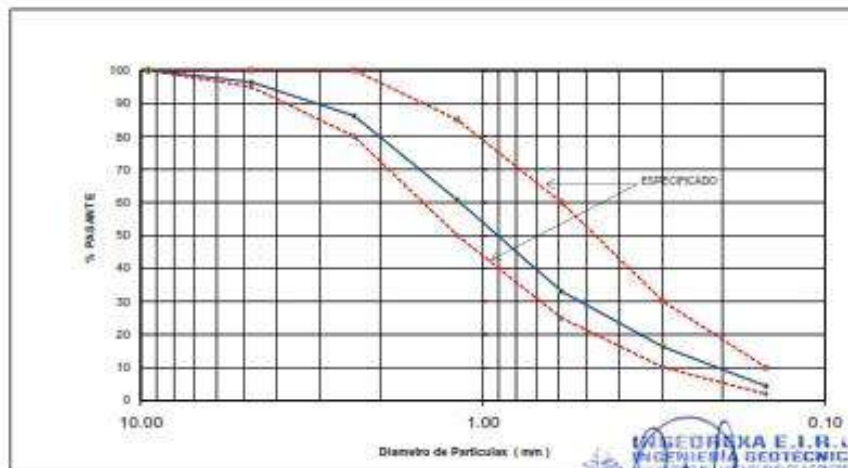
**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : Río Chillco - San Jose de Ticllas  
**MUESTRA** : AF - 1

**AGREGADO FINO (ARENA)**

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. %	DESCRIPCION GENERAL	
PULO	MM.						PESO INICIAL	
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.00		PESO INICIAL	2749.59
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.00		PESO GRAVA	88.79
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.00		PESO ARENA	2650.80
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.00		PESO LAV ARENA	2749.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.00		L.L.	-
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.00		L.P.	-
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.00		CLASIF.	-
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.00	100-100	I.G.	-
N° 4	4.75	98.7	3.58	3.60	96.40	95-100	Módulo de Finura	3.03
N° 8	2.35	280.8	10.21	13.80	86.20	80-100	EQUIV. ARENA	-
N° 15	1.18	699.8	25.43	39.20	60.70	50-65	% FRACT.	-
N° 30	0.59	759.1	27.61	66.80	33.10	25-60	% CH. ALARG.	-
N° 50	0.297	465.2	16.92	83.80	16.20	10-30	CLASIFICACION SUCS/AASTHO	
N° 100	0.149	325.1	11.82	95.60	4.40	2-10	Clasificación (SUCS)	SP - SM
N° 200	0.074	83.3	3.03	98.60	1.40		Atena pobremente graduada con limo	
Pondero		18.9					Clasificación(AASTHO)	A-1-a(0)
Lavado		15.9	0.71	99.30	1.00			Buena
PESO		2749.59					MAX. DENS (g/cm <sup>3</sup> )	2.460



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
**INGENIERIA GEOTECNICA**  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Geotecnia y Concreto  
 Registro Profesional N° 153127  
**JEFE DE LABORATORIO**



**ENSAYO DESGASTE DE LOS  
ÁNGELES NTP 400.019**

Código de Ensayo	10_INF-30_LABMS_D-02
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	Marzo 2025

**TESISTA** : Anderson Rodríguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : AGREGADOS - RIO CHILLICO **MUESTRA** : AG - 1

Tamiz mm (apertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2 pulg)	25.0 mm (1 pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (3/4 pulg)	1251 ± 25	.....	.....	.....
19.0 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	1252 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	1253 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
9.5 mm (3/8 pulg)	6.3 mm (1/4 pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
6.3 mm (1/4 pulg)	4.75 mm (Nº 4 pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
4.75 mm (Nº 4 pulg)	2.36 mm (Nº 8 pulg)	.....	.....	.....	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Agregado		Máquina de Los Ángeles		
Gradación	Tamaño Máximo Nominal	Nº Revoluciones	Nº Esferas	Velocidad (rev./min)
B	1/2"	500.00	11.00	30 - 33

ENSAYO			
Prueba Nº	1	2	3
Peso inicial de la muestra seca (g)	5000.00	5000.00	5000.00
Peso retenido en la malla Nº12 lavado y seco (g)	4420.00	4415.00	4410.00
Desgaste (%)	11.44	11.70	11.80
Desgaste promedio (%)	<b>11.65</b>		

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 Consultoría en Ingeniería de Suelos y Concreto  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Ingeniero Civil N.º 35327



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>	Código de Ensayo	01_INF-30_LABCON
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo 2025

TESISTA : Rodríguez Contova, Anderson

TEJIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  
F<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA

CANTERA : Río Chilico

**1. INGRESO DE DATOS BÁSICOS:**

**1.1. DATOS DE AGREGADOS:**

CARACTERÍSTICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Peso Unitario suelto seco (kg/m <sup>3</sup> )	1274.59	1665.98
Peso Unitario Compactado seco (kg/m <sup>3</sup> )	1481.99	1774.98
Peso Específico Masa seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.64	2.46
Humedad (%)	2.87	7.33
Abstracción (%)	2.38	1.42
Módulo de Finura		3.03
Tamaño Máximo	3/4	
Tamaño Máximo Nominal (Pulgadas)	1/2	

**1.2. DATOS DEL CEMENTO:**

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
TIPO	PORTLAND TIPO I
PESO ESPECÍFICO	3.12

**1.3. PARÁMETROS DE DISEÑO**

Consistencia de Diseño	Asentamiento	Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado	Volumen de Agua (Lts/m <sup>3</sup> )	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (m <sup>3</sup> )
PLÁSTICA	3" a 4"	1/2	2.5	218	0.538

**1.4. DISEÑO**

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio F <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación Agua/Cemento W/C	Factor Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Factor Cemento (Bolsas/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO (m <sup>3</sup> )
210	294	0.558	386.82	9.10	0.124

F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	volumen absoluto del cemento (m <sup>3</sup> )	Volumen absoluto del agregado grueso (m <sup>3</sup> )	Volumen absoluto del agregado fino (m <sup>3</sup> )	Agua	Aire
210	0.124	0.297	0.338	0.218	0.025

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORA EN MATERIA DE SUELOS Y CONCRETO  
 -----  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil, C.I.P. N° 52327



Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso seco del cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Peso seco del agregado grueso (m <sup>3</sup> )	Peso seco del agregado fino (m <sup>3</sup> )	Agua (lit/m <sup>3</sup> )
210	396.62	764.93	830.74	216

Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	CORRECCION POR HUMEDAD			
	Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Agregado grueso (m <sup>3</sup> )	Agregado fino (m <sup>3</sup> )	Agua (lit/m <sup>3</sup> )
210	396.62	807.46	891.63	163.06

Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	PROPORCION EN PESO			
	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
210	1.00	2.09	2.31	163.06

Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	VOLUMEN EN PIE <sup>3</sup>			
	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua
210	9.10	21.76	17.62	163.06

Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	PROPORCION EN VOLUMEN			
	Cemento (Bolsas)	Agregado grueso (Pie <sup>3</sup> )	Agregado fino (Pie <sup>3</sup> )	Agua (Lts/Bolsas)
210	1.0	2.4	1.9	17.9

Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	PROPORCION EN PESO			
	Cemento (Kg)	Agregado grueso (Kg)	Agregado fino (Kg)	Agua (Lts/Kg)
210	1.00	2.09	2.31	0.42

INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Asociación de Ingenieros de SUELOS Y CONCRETO

*JAVIER CHAVEZ PERALTA*  
Consultor en SUELOS Y CONCRETO  
Ingeniero Civil N° 55287



<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138</b>	Código de Ensayo	02_INP-30_LABMS_PUCF-05
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo 2025

**TESISTA** : Anderson Rodríguez Cordova  
**TEBIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO (f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025)"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO							
CONCRETO CON 0% DE PUZOLANA VOLCANICA	MUESTRA	Masa Recipiente (grs)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (grs)	Peso de Muestra (grs)	Peso Unitario (grs/cm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO (grs/cm <sup>3</sup> )
		1	3540.00	7000.00	19480.00	15940.00	2.277
	2	3540.00	7000.00	19478.00	15938.00	2.277	
	3	3540.00	7000.00	19475.00	15935.00	2.276	

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO							
CONCRETO CON 3% DE PUZOLANA VOLCANICA	MUESTRA	Masa Recipiente (grs)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (grs)	Peso de Muestra (grs)	Peso Unitario (grs/cm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO (grs/cm <sup>3</sup> )
		1	3540.00	7000.00	19445.00	15905.00	2.272
	2	3540.00	7000.00	19448.00	15908.00	2.273	
	3	3540.00	7000.00	19451.00	15911.00	2.273	

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO							
CONCRETO CON 5% DE PUZOLANA VOLCANICA	MUESTRA	Masa Recipiente (grs)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (grs)	Peso de Muestra (grs)	Peso Unitario (grs/cm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO (grs/cm <sup>3</sup> )
		1	3540.00	7000.00	19425.00	15885.00	2.269
	2	3540.00	7000.00	19422.00	15882.00	2.269	
	3	3540.00	7000.00	19427.00	15887.00	2.270	

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO							
CONCRETO CON 7% DE PUZOLANA VOLCANICA	MUESTRA	Masa Recipiente (grs)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (grs)	Peso de Muestra (grs)	Peso Unitario (grs/cm <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO (grs/cm <sup>3</sup> )
		1	3540.00	7000.00	19392.00	15852.00	2.265
	2	3540.00	7000.00	19391.00	15851.00	2.264	
	3	3540.00	7000.00	19389.00	15849.00	2.264	

  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Laboratorio y Concreto  
 Ingeniero Civil N° 52327



## **ANEXO III**

### **PANEL FOTOGRAFICO**

**ENSAYO DE CUARTEO DE MUESTRA NORMA ASTM C702-93/NTP 339.089**

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216/MTC E108**

**CUARTEO Y HUMEDAD**

**AGREGADO GRUESO (AG - 1) – AGREGADO FINO (AF - 1)**





**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERÍA GEOTÉCNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA ASTM  
- C136/MTC E204**

**GRANULOMETRIA POR TAMIZADO**

**AGREGADO GRUESO (AG - 1) – AGREGADO FINO (AF - 1)**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA  
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, U.P. N° 53327



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO PESO UNITARIO DE AGREGADOS NORMA ASTM – C29/MTC  
E203**

**PESO UNITARIO**

**AGREGADO GRUESO (AG - 1) – AGREGADO FINO (AF - 1)**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN SUELOS, ROCAS Y CONCRETO



**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N° 17 55327



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS NORMA  
ASTM – C136/MTC E204**

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**

**AGREGADO GRUESO (AG - 1) – AGREGADO FINO (AF - 1)**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Calle 10 No. 1100-1103  
San José, Costa Rica  
**WILSON CHAVEZ PERALTA**  
Carrilero de Concreto y Asfalto  
Ingeniero Civil No. 50327



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**PANEL FOTOGRAFICO - REGISTRO EN LABORATORIO DE CONCRETO  
CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA**

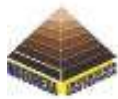
DISEÑO DE MEZCLA	METODO ACI
ENSAYO SLUMP	3" - 4"
PESO UNITARIO	CONCRETO FRESCO



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
INGENIERIA DE CONCRETO Y PAVIMENTO



**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil (C.P. N° 53327)



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**PANEL FOTOGRAFICO - REGISTRO EN LABORATORIO DE CONCRETO  
CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCANICA**

DISEÑO DE MEZCLA	METODO ACI
ENSAYO SLUMP	3" - 4"
PESO UNITARIO	CONCRETO FRESCO



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil N° 25127



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**PANEL FOTOGRAFICO - REGISTRO EN LABORATORIO DE CONCRETO  
CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA**

DISEÑO DE MEZCLA	METODO ACI
ENSAYO SLUMP	3" - 4"
PESO UNITARIO	CONCRETO FRESCO



**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Ingeniería y Concreto  
Ingeniero Civil N° 25127



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**PANEL FOTOGRAFICO - REGISTRO EN LABORATORIO DE CONCRETO  
CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA**

DISEÑO DE MEZCLA	METODO ACI
ENSAYO SLUMP	3" - 4"
PESO UNITARIO	CONCRETO FRESCO



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
*Javier*  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil (C) N° 55327

## Anexo 9: Estudio de las propiedades físicas y químicas de la puzolana volcánica



**Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Geología,  
Geofísica, Concreto y Pavimento**

A	:	TESISTA Anderson Rodriguez Cordova
DE	:	INGEOREXA E.I.R.L. Laboratorio de mecánica de suelos, mecánica de rocas, geología, geofísica, concreto y pavimentos.
ASUNTO	:	INFORME DE PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LA PUZOLANA VOLCANICA
TESIS	:	INFLUENCIA DE ADICION DE PUZOLANA VOLCANICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO $f_c =$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , HUAMANGA AYACUCHO 2025
FECHA	:	Ayacucho 2025

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1. Objetivos del estudio

El objetivo del presente informe técnico es exponer los resultados del estudio geotécnico del material de la puzolana volcánica realizado para la tesis "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

#### 1.2. Ubicación del área de estudio

##### 1.2.1. Ámbito de estudio

El material de la puzolana volcánica se extrajo de la cantera, cuya ubicación de la misma es de conocimiento del tesista.

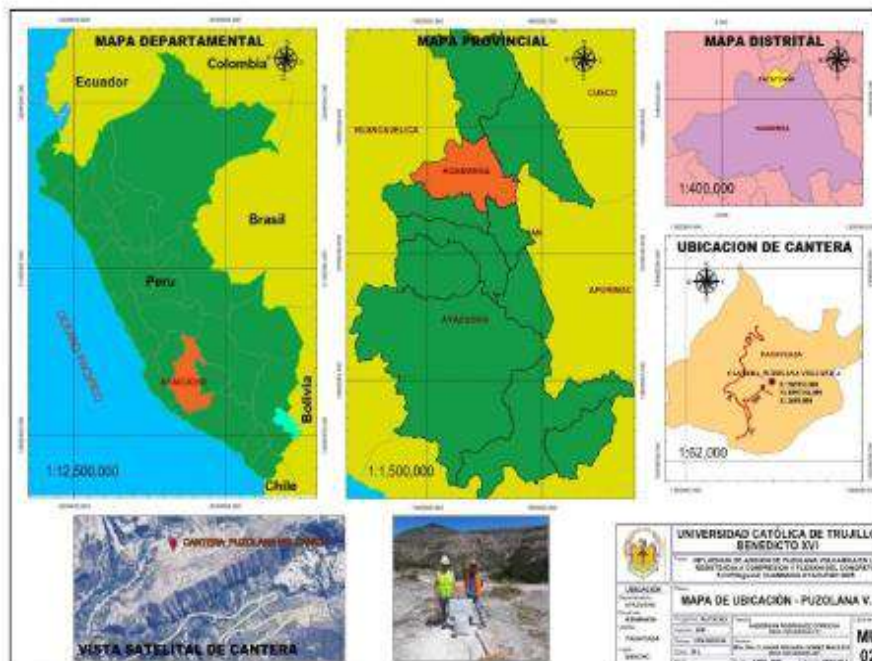
##### 1.2.2. Ubicación de la cantera de extracción

##### Ubicación política:

Departamento : Ayacucho  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Pacaycasa  
Localidad : Anexo de Quiucho



Figura 1: Mapa de Ubicación Nacional, Regional y Distrital.



### 1.3. Ubicación Geográfica

Cantera P-01: parte alta del anexo Quiucho

Cantera	Coordenadas UTM WGS84			Ubicación
	Este	Norte	Elevación	
P - 01	585853.000	8557156.000	2685.000	Anexo Quiucho

### 1.4. Accesos y vías de comunicación

A la zona donde se encuentra la cantera, se tiene acceso vía carretera asfaltada y trocha ruta Ayacucho - Pacaycasa y Pacaycasa - Quiucho, mediante vehículos de transporte de pasajeros y transportes particulares.



**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil (P. N. 22327)

*Tabla 1: Descripción del acceso vial al distrito de pacaycasa. Ayacucho, Perú.*

Ruta N° 01	Distancia	Transporte	Tipo vía	Tiempo
Huamanga – Pacaycasa	19.8 km	Camioneta	Asfaltada	45 min.
Pacaycasa – Quihucho	4 km	Camioneta	Trocha	10 min.

## 2. DEFINICIONES BASICAS

### 2.1. Puzolana volcánica

son materiales silíceos o aluminio-silíceos a partir de los cuales se producía históricamente el cemento, desde la antigüedad romana hasta la invención del cemento Portland en el siglo XIX. Hoy en día el cemento puzolánico se considera un eco material.

### 2.2. Propiedades

Las propiedades de las puzolanas dependen de la composición química y la estructura interna. Se prefiere puzolanas con composición química tal que la presencia de los tres principales óxidos ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sea mayor del 70 %. Se trata que la puzolana tenga una estructura amorfa.

## 3. INVESTIGACIONES DE CAMPO

### 3.1. Trabajos en campo

Las muestras disturbadas representativas de suelo natural, se han obtenido en cantidades suficiente para realizar los ensayos correspondientes, habiendo sido debidamente identificadas y embaladas en bolsa de plástico y polietileno, para ser llevadas al laboratorio de mecánica de suelos.

Para la ejecución del presente trabajo, se realizaron las siguientes actividades: Reconocimiento de los sectores para programar las excavaciones, reconocimiento del suelo de las diferentes áreas, trabajos de excavación y muestreos de suelos alterados e inalterados, ensayos de laboratorio y toma de fotografías de la zona de estudio.

## 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con los materiales seleccionados de la cantera se han realizados los ensayos necesarios concordantes con el uso que será destinado cada material, a continuación, se detalla los ensayos realizados del material de cantera.

#### 4.1. Ensayos estándares

Se realizaron los ensayos de laboratorio, para su clasificación fue determinada mediante las clasificaciones de SUCS y AASHTO. La determinación de las propiedades físicas, siguiendo las normas establecidas por la norma ASTM y las normas del MTC.

Cuarteo			MTC E105
Límite de líquido	AASHTO T 89	ASTM D 4318	MTC E 110
Límite Plástico	AASHTO T 90	ASTM D 4318	MTC E 111
Contenido de Humedad	ASTM D 2216		NTP 339.127
Gravedad Especifica del Suelo	AASHTO T 100	ASTM D 854	
Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO		ASTM D2487	NTP 339.134
Peso Unitario y densidad			NTP 339.139

## 5. RESULTADOS DEL ENSAYO DE LABORATORIO

### 5.1. Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422)

De los ensayos granulométricos se puede resumir en la siguiente tabla:

MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	D10(mm)	D30(mm)	D60(mm)	Cu	Cc
P - 01	2.06	50.82	47.11	0.002	0.015	0.147	59.143	0.653

### 5.2. Índice de Plasticidad (IP) (ASTM D-4318)

El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP alto corresponde a un suelo muy arcilloso, por el contrario, un IP bajo es característico de un suelo poco arcilloso. Se debe tener en cuenta que, en un suelo, el contenido de arcilla.

Según los ensayos de laboratorio se puede presentar la siguiente tabla:

MUESTRA	LL%	LP%	IP%	Característica
P - 01	43.54	38.62	4.92	-

### 5.3. Clasificación de Suelos (ASTM D 2487-17e1) – SUCS (Sistema Unificado de clasificación de Suelos)



Determinadas las características según los acápite anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento del suelo, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo y luego clasificar los materiales. La clasificación de la puzolana volcánica analizado se muestra en el siguiente cuadro:

MUESTRA	SUCS	ASTM D2487
P - 01	SM	Arena limosa

#### 5.4. Clasificación de Suelos (ASTM D 3282 - 15) – AASHTO

El Índice de grupo es un índice adoptado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos.

MUESTRA	AASHTO
P - 01	A-5(1)

#### 5.5. Densidad

Corresponde a la relación que existe entre el peso (o la masa) y el volumen de una porción de suelo. Se reconocen dos clases fundamentales de densidad: la densidad aparente, que contempla el volumen completo del suelo, incluyendo tanto los sólidos como los espacios porosos; y la densidad real o de partículas, que se refiere únicamente al volumen que ocupan las partículas sólidas. El resultado de densidad de la puzolana volcánica fue de 1.17 gr/cm<sup>3</sup>

#### 5.6. Gravedad específica (ASTM D 854)

La gravedad específica de los sólidos del suelo se utiliza para calcular las relaciones de fases de los suelos, como la relación de vacíos y el grado de saturación. La gravedad específica de los sólidos del suelo se utiliza para calcular su densidad. Esto se obtiene multiplicando la gravedad específica por la densidad del agua a 20 °C. La densidad de los sólidos del suelo es prácticamente independiente de la temperatura. El resultado de gravedad fue de 2.54.

INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
SOCIETAD ANONIMA DE INGENIERIA Y CONCRETO  
-----  
JAVIER CHAVEZ PERALTA  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil, C.P. N° 53327





**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

<b>PANEL FOTOGRAFICO - REGISTRO EN CAMPO</b>			
<b>PUZOLANA VOLCANICA P - 1</b>		<b>CANTERA - QUIUCHO</b>	
<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>UBICACION</b>
<b>585953.000</b>	<b>8557156.000</b>	<b>2685.000</b>	<b>PACAYCASA - QUIUCHO</b>



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MATERIA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
CONSULTOR EN MATERIA DE SUELOS Y CONCRETO  
Ingeniero N.º 55327



**ANEXO II**  
**REGISTRO EN**  
**LABORATORIO**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (<math>\omega</math>) % ASTM D2216 / NTP 339.127</b>	Código de Ensayo	01_INF-30_LABMS_H-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Cesar Alanya Palomino
	Ing. Responsable	Javier Chavez Peralta
	Fecha	Marzo 2025

**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga - Pacaycasa

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : Puzolana volcánica **MUESTRA** : P - 1

DESCRIPCIÓN	PRECISIÓN
Horno Eléctrico Pinzuar (120 Litros)	0.01 °C
Balanza Electronica Ohaus (6200 gr)	0.1 gr
T° Ambiente (°C)	19
Temperatura de secado (°C)	110

**Metodo de Ensayo** Método A contenido de agua registrado al 1.0 %

Prueba N.°	M-1	M-2	M-3
Recipiente N.°	51	54	58
1 Masa del recipiente, M1 (g)	72.47	75.34	75.71
2 Masa del recipiente + masa del suelo húmedo, M2 (g)	214.03	216.51	213.93
3 Masa del recipiente + masa del suelo seco, M3 (g)	201.59	200.02	197.05
4 Masa de agua, Mw (2-3) (g)	12.44	16.49	16.88
5 Masa del suelo seco, Ms, (3-1) (g)	129.12	124.05	121.34
6 Contenido de humedad, ((4/5) x 100) (%)	9.63	13.23	13.91

<b>Contenido de Humedad natural (%)</b>	<b>12.26</b>
---	--------------

Prueba N.°	M-1	M-2	M-3
Recipiente N.°	42	25	15
1 Masa del recipiente, M1 (g)	72.35	75.38	75.40
2 Masa del recipiente + masa del suelo húmedo, M2 (g)	215.60	214.36	218.90
3 Masa del recipiente + masa del suelo seco, M3 (g)	213.96	212.25	217.32
4 Masa de agua, Mw (2-3) (g)	2.04	2.11	1.58
5 Masa del suelo seco, Ms, (3-1) (g)	141.21	136.07	141.92
6 Contenido de humedad, ((4/5) x 100) (%)	1.44	1.54	1.11

<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>1.37</b>
---------------------------------	-------------

**Observacion:**

  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Geotecnia y Concreto  
 Ingeniero Civil N° 53327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

<b>ENSAYO DE DENSIDAD</b>	Código de Ensayo	02_INP-30_LABMS_D-02
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Cesar Alayza Palomino
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo 2023

**TESISTA** : Anderson Rodríguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2023"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga - Pacaycasi

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : Puzolana volcánica **MUESTRA** : P - 1

DENSIDAD DE SUELO SATURADO								
SUELO SATURADO	MUESTRA	Tara Recipiente (gr)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (gr)	Peso de Muestra (gr)	Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	ERROR (%)	PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> )
	1	6347.00	2124.00	9985.00	3638.00	1.713		
	2	6347.00	2124.00	9956.00	3611.00	1.700		
	3	6347.00	2124.00	9986.50	3651.50	1.718		

NOTA: Máximo error permisible 1%

DENSIDAD DE SUELO NATURAL HUMEDO								
SUELO NATURAL HUMEDO	MUESTRA	Tara Recipiente (gr)	Volumen Recipiente (cm <sup>3</sup> )	Peso recipiente más la muestra (gr)	Peso de Muestra (gr)	Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	ERROR (%)	PESO UNITARIO (gr/cm <sup>3</sup> )
	1	3874.00	935.78	4970.00	1105.00	1.181		
	2	3874.00	935.78	4990.00	1116.00	1.193		
	3	3874.00	935.78	4981.00	1107.00	1.183		

NOTA: Máximo error permisible 1%

RESULTADOS		
Densidad saturada IN-SITU	(g/cm <sup>3</sup> )	1.711
Densidad húmeda IN-SITU	(g/cm <sup>3</sup> )	1.185
Contenido de suelo saturado	(%)	12.26
Contenido de humedad natural	(%)	1.37
Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.17

**OBSERVACION:**

  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Geotecnia y Concreto  
 Ingeniero Civil N.º 55127

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D-4318**

Código de Ensayo	03_INF-30_LABMS_LC-04
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Cesar Alanya Palomino
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	Marzo 2025

**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga - Pacaycasa

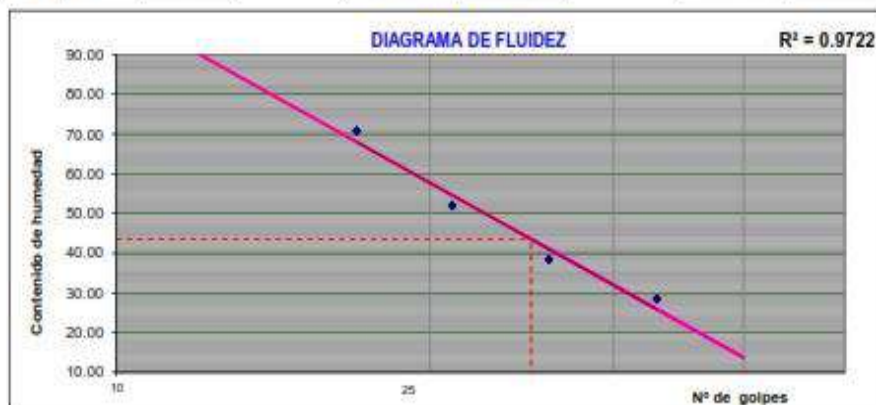
**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : Puzolana volcánica  
**MUESTRA** : P - 1

Prueba N°	LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LÍQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	99	90	49	53	37	41
N° de golpes			17	21	26	33
Tara + suelo húmedo (gr)	77.16	77.16	96.48	100.81	107.90	106.18
Tara + suelo seco (gr)	76.64	76.59	83.81	91.14	97.85	99.14
Peso del agua (gr)	0.46	0.57	10.00	9.47	10.00	7.04
Peso de larz (gr)	75.40	75.17	70.72	72.92	71.67	74.40
Peso suelo seco (gr)	1.24	1.42	15.09	10.2	25.2	24.7
Contenido de humedad (%)	37.10	40.14	70.70	51.90	35.39	20.40

L Líquido	43.54	L Plástico	35.62	I Plástico	4.92
-----------	-------	------------	-------	------------	------



**Observacion:**

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
SECTOR INGENIERIA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil N° 53327

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913/D6913M-17</b>	Código de Ensayo	04_NF-33_LABMS_GT-05
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Cesar Alanya Paronko
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo 2023

**TESTISTA** : Anderson Rodríguez Cordova  
**TESE** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2023"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga - Pacaycasa

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : Puzolana volcánica **MUESTRA** : P-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913/D6913M-17					
Tamiz	Apertura (mm)	Peso Retenido (gr)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Retenido	(%) Acumulado Pasa
3"	75.20	-	-	-	100.00
2"	50.30	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	6.01	0.36	0.36	99.64
1/4"	6.35	17.09	0.93	1.29	98.71
Nº4	4.75	14.82	0.78	2.06	97.94
Nº10	2.00	115.34	6.05	6.82	93.18
Nº20	0.84	167.24	8.78	15.60	84.30
Nº30	0.60	86.47	4.54	20.14	79.86
Nº40	0.43	75.96	3.99	24.13	75.87
Nº60	0.25	135.62	7.12	31.25	68.75
Nº100	0.15	138.32	7.28	38.53	61.47
Nº200	0.07	249.22	13.08	51.61	48.39
Fondo de lavado		207.48	47.11	100.00	-
<b>Total</b>		<b>1,905.00</b>			

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
Peso seco inicial (gr)	Peso seco lavado (gr)	Pérdida por lavado (gr)
1905.00	1007.51	897.49

ENSAYO ESTANDAR		
% grava	% arena	% finos
2.06	30.62	47.11

LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
Límite Líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice Plástico (%)
43.5	39.6	4.9

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA				
D10 (mm)	D30 (mm)	D60 (mm)	Cu	Cc
0.075	0.25	0.425	59.143	0.653

CLASIFICACIÓN DE SUELO	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	<b>SM</b> Arena limosa
Clasificación AASTHO (ASTM D3282)	A-5(1)



Observación:

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor Mecánica y Concreto  
Ingeniero Civil, I.P.N. 55327

<b>GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS ASTM D854/NTP 339.131</b>	Código de Ensayo	03_INF-30_LABMS_GE-06
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Cesar Alariza Palomino
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo 2025

**TESISTA** : Anderson Rodriguez Cordova  
**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
**UBICACIÓN** : Ayacucho - Huamanga - Pacaycasa

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**CANTERA** : Puzolana volcánica  
**MUESTRA** : P - 1

Metodo de ensayo  **X**  **A**  **B**

Picnometro	<b>F - 1</b>	Tiempo de reposo (suelo + agua)	<b>2 horas</b>
Termometro	<b>T - 1</b>	Tiempo de reposo baño maria	-

Prueba n°		1	2	3
1	Temperatura de ensayo, $T_e$ °C	16.5	16.5	16.5
2	Densidad del agua a la temperatura de ensayo, $P_{w,t}$ g/ml	0.99886	0.99886	0.99886
3	Masa del picnometro, $M_p$ g	143.80	142.60	143.70
4	Volumen del picnometro, $V_v$ g	138.60	136.30	137.80
5	Masa del picnometro + agua + suelo seco, $M_{p+w+s}$ g	320.60	318.00	319.00
6	Masa del suelo seco, $M_s$ g	64.00	64.00	64.00
7	Masa del picnometro + agua, $M_{p+w}$ g	282.20	278.70	280.50
8	Gravedad especifica a la temperatura de ensayo $G_e$	2.500	2.591	2.510
9	Factor de correccion por temperatura, k	1.00065	1.00065	1.00065
10	Gravedad especifica a 20°C	<b>2.502</b>	<b>2.593</b>	<b>2.511</b>

  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Mecánica de Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil (C.I. N° 55327)

<b>ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS</b> NTP 339.152/NTP 339.1777/NTP 339.178	Código de Ensayo	04_INF-21_LMS_OT-01
	Ing. Laboratorio	Juan B. Grón Molina
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	Marzo del 2025

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
**TESIS** : INFLUENCIA DE ADICION DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025  
**UBICACIÓN** : AYACUCHO - HUAMANGA  
**FECHA** : Marzo del 2025

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

**MATERIAL** : PUZOLANA VOLCANICA  
**MUESTRA** : P - 1

CONTENIDO DE SULFATOS Y EL GRADO DE AGRESIVIDAD AL CONCRETO (%)						
ACI 201.2R.77			BRS DIGEST		RNC	
Grado	Sulfato (suelto)	Sulfato (agudo)	Sulfato (suelto)	Sulfato (agudo)	Sulfatos	
Baja	0 - 0.1	0 - 0.015	< 0.24	< 0.038	0.01	
Moderado	0.1 - 0.2	0.015 - 0.15	0.24 - 0.6	0.039 - 0.14	-	
Severo	0.2 - 2	0.15 - 1	0.6 - 2.4	0.14 - 0.6	-	
Muy severo	> 2	> 1	> 2.4	> 0.6	-	

VALORES TOLERABLES RECOMENDADOS (%)			
Sustancias	MTC	RNVA 5	RGD
Cloruro	0.03	0.03	0.025
Sulfatos	0.03	0.01	0.01
Salas solubles	0.15	0.03	0.03
Salas en magnesio	-	0.013	0.013
pH	> 7	> 8	10.5
Mat. Orgánica expres. en oxígeno	15ppm	0.001ppm	0.001ppm

DATOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO - PUZOLANA VOLCANICA		
Compuesto	Contenido (%)	Descripción
SiO <sub>2</sub>	53.72	óxido de silicio
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.96	óxido de aluminio
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.38	óxido de hierro
K <sub>2</sub> O	0.30	óxido de potasio
CaO	0.90	óxido de calcio
MgO	0.08	óxido de magnesio
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.09	sulfato

DATOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO - PUZOLANA VOLCANICA		
Compuesto	Contenido (%)	Descripción
pH	8.88	Sustancia Alcalina

ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELOS	
Componentes	Metodos
Salas solubles totales	MTC E219
Sulfatos	ASTM D518
Cloruro	ASTM D512
pH	MTC E129
Sulfuros	ASTM D518
Carbonatos	ASTM D511
Materia organica	NTP 339.072

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN SUELOS Y CONCRETO  
*Javier Chávez Peralta*  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, C.P. 175237

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS  
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
RESPONSABLE  
*Juan B. Grón Molina*  
**Juan B. Grón Molina**  
C.I.P. 77120





**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO DE CUARTEO DE MUESTRA NORMA ASTM C702-93/NTP339.083**

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216/NTP 339.127**

**CUARTEO Y HUMEDAD  
PUZOLANA VOLCANICA (P - 1)**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CORPORACION S.R.L. SUCURSAL DE SUELOS Y CONCRETO  
Ingeniería Civil N° 53327  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Corporación S.R.L. SUCURSAL DE SUELOS Y CONCRETO  
Ingeniería Civil N° 53327



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMA ASTM  
D6913/D6913M**

**GRANULOMETRIA POR TAMIZADO**

**PUZOLANA VOLCANICA (P - 1)**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Especialidad en Mecánica de Suelos y Concreto

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica de Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil T.P. 117 2727

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG NORMA ASTM  
D-4318**

**LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO  
PUZOLANA VOLCANICA (P - 1)**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN SUELOS Y CONCRETO

*Javier Chavez Peralta*

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, N° 55327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS NORMA ASTM D-854**

**GRAVEDAD ESPECIFICA - DENSIDAD**

**PUZOLANA VOLCANICA (P - 1)**

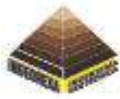


**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
EVALUACION DE SUELOS Y CONCRETO



**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, C.P. 17.55327

## Anexo 10: Ensayo a compresión del concreto



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

# **INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO HIDRÁULICO (NTP 339.034 – ASTM C39/C39M-21 – MTC E704)**

TESIS: "INFLUENCIA DE ADICION DE PUZOLANA VOLCANICA EN LA  
RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  
HUAMANGA AYACUCHO 2025"

### **Tesista:**

ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

### **Ubicación de lugar de investigación:**

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

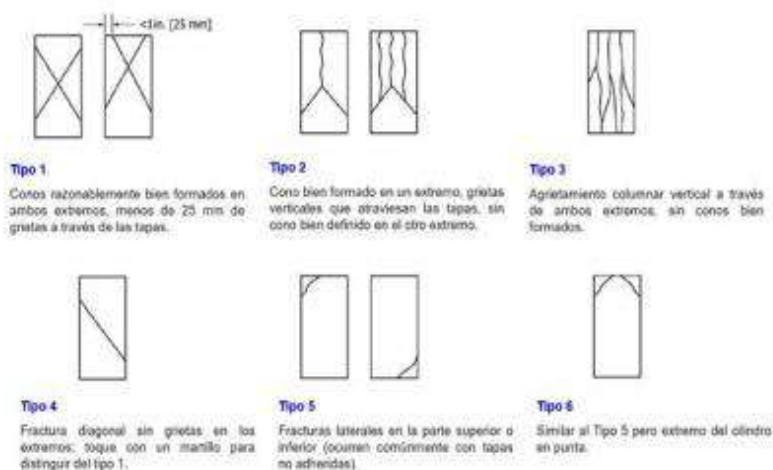
DISTRITO : AYACUCHO

  
INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 55327

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO HIDRÁULICO (NTP 339.034 – ASTM C39/C39M-21 – MTC E704)

Los ensayos de compresión simple del concreto en muestras cilíndricas “roturas de probetas de concreto” para la resistencia de  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  de la presente tesis, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio son las que se muestran en el cuadro de ensayo de resistencia a la compresión simple del concreto en muestras cilíndricas, el cual cumplen la resistencia requerida de diseño con respecto a sus edades, las mismas que cumplen con la Norma Técnica Peruana (NTP 339.034) – Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Asimismo; aplicamos la norma internacional ASTM C39/C39M-21. (Método de prueba estándar para Resistencia a la compresión de pruebas cilíndricas de concreto.



#### 1. Cálculo

El cálculo la resistencia a la compresión del espécimen de la siguiente manera:

Se utiliza la siguiente formula:

$$f_{cm} = \frac{P_{max}}{\pi D^2}$$

Donde:



INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil, T.P. N° 52329

$f_{cm}$  = Resistencia a la compresión  $kg/cm^2$

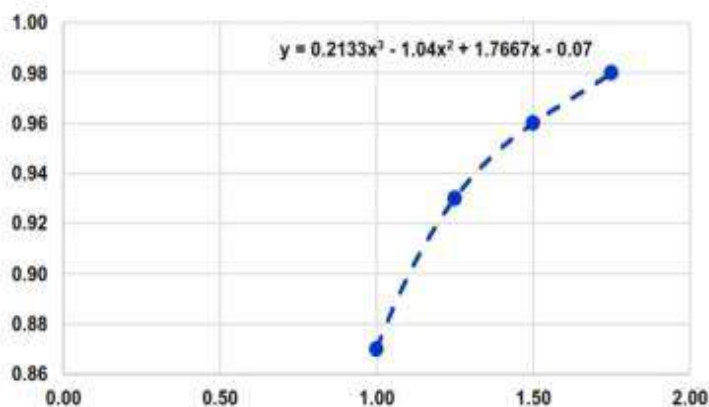
$P_{m\acute{a}x}$  = Carga máxima (kg)

$D$  = Diámetro medio medido (cm)

Si la relación entre la longitud y el diámetro del espécimen es de 1.75 o menos corregir el resultado obtenido multiplicando por el factor de corrección apropiada que se muestre en la siguiente tabla.

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

**Factor de corrección**



## 2. OBSERVACIONES

Fueron remitidas realizadas 64 probetas cilíndricas de concreto por parte del solicitante, de dimensiones, codificación y/o identificación detallada en el cuadro de ensayos adjunto a este informe.

Los ensayos de compresión simple del concreto en muestras cilíndricas para determinar su resistencia se realizaron en presencia del supervisor especialista en concreto.



**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Ingeniería y Concreto  
Ingeniero en C. I. R. N. 53327

### 3. RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACION DE PROBETAS

Se recomienda tomar muestras alrededor de la mitad de la descarga del concreto, con el fin de obtener una muestra más representativa.

Se debe elegir un espacio apropiado den la obra para elaborar las probetas, con superficie horizontal, plana y rígida, libre de vibraciones que este bajo sombra.

Antes de tomar la muestra e iniciar el moldeado se debe revisar los que los moldes se encuentren en perfectas condiciones, con paredes verticales ( $90^\circ$ ) con respecto a la placa de asiento. La superficie interior debe estar completamente limpia.

La muestra de concreto se debe tomarse alrededor de la mitad de la descarga con el fin de obtener una muestra representativa. El moldeado de la probeta se realizará en tres capas, compactando cada capa mediante 25 inserciones con la varilla lisa distribuida uniformemente, para la segunda y tercera capa la varilla debe ingresar 1 pulgada en la capa anterior, una vez culminada la compactación se deberá golpear ligeramente alrededor del molde 10 veces por cada capa para liberar el aire atrapado en el interior de la muestra.

El acabado que deben tener los especímenes al final de su elaboración debe proporcionar una capa lo suficientemente lisa y plana como para que al momento de la falla no se vayan a generar concentraciones de esfuerzos y la fuerza aplicada se distribuya uniformemente sobre la superficie de la probeta.

Después de desmoldear la muestra es necesario curarla inmediatamente cubriendo todas las caras. Recordar que se debe mantener hidratadas en todo momento.

Se recomienda ensayar los especímenes en edades comprendidas entre 7 y 28 días. Por tanto, es necesaria un suministro oportuno de probetas al área de laboratorio.

Se recomienda el uso de cubiertas absorbentes como mantas de algodón, estopa (yute) colocadas sobre la superficie de concreto recién desmoldeadas, manteniéndolas hidratadas en todo momento para que pueda desarrollar las resistencias requeridas según su diseño de mezcla y evitar acumulación de agua al pie de la estructura.





<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704</b>	Código de Ensayo	07-IMP-38, LABCON, PCS-01
	Técnico Laboratorio	Seigo Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
**TESIS** : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PIZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025  
**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO  
**FECHA** : ABRIL 2025 **FECHA INGRESO DE PROBETAS AL LABORATORIO**

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

**TIPOS DE FRACTURA:**



**INFORMACIÓN:**

1. LAS PROBETAS FUERON REMITIDAS POR EL TESISTA: SI  NO

N°	MUESTRA CILÍNDRICA DE CONCRETO OBTENIDA EN OBRA					ENSAYO DE MUESTRA CILÍNDRICA DE CONCRETO EN LABORATORIO								
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA VACIADO	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MASA (Kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (kg)	TIPO DE FRACTURA	RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA
1	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.90	30.02	12.95	210.08	19-mar	7.00	4335	2	2.00	1.01	247.70	118.00
2	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.82	30.18	12.77	210.08	19-mar	7.00	4360	3	2.00	1.01	248.80	119.00
3	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	14.85	29.98	12.44	210.08	19-mar	7.00	4124	5	2.81	1.01	237.00	112.90
4	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	14.89	30.08	12.51	210.08	19-mar	7.00	4077	5	2.80	1.01	232.70	110.80
5	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.90	30.08	12.74	210.08	26-mar	14.00	5280	5	2.00	1.01	302.80	144.20
6	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.10	29.97	12.99	210.08	26-mar	14.00	5080	5	1.98	1.01	285.80	136.00
7	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.85	30.18	12.70	210.08	26-mar	14.00	5207	2	2.00	1.01	302.40	144.00
8	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	14.85	30.18	12.53	210.08	26-mar	14.00	4944	2	2.81	1.01	265.10	125.80
9	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.99	30.20	12.65	210.08	02-abr	21.00	5733	3	2.81	1.01	325.80	155.00
10	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	14.90	30.18	12.51	210.08	02-abr	21.00	5588	5	2.81	1.01	318.70	150.80
11	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.90	30.08	12.99	210.08	02-abr	21.00	5694	5	2.00	1.01	325.70	155.10
12	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.85	29.98	12.40	210.08	02-abr	21.00	5499.56	5	1.99	1.01	311.70	148.40
13	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.20	30.28	12.89	210.08	08-abr	28.00	81945.94	3	1.99	1.01	339.20	161.50
14	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.21	29.99	12.36	210.08	08-abr	28.00	58589.03	5	1.87	1.01	324.10	154.30
15	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.15	30.18	12.65	210.08	08-abr	28.00	88740.38	3	1.99	1.01	328.70	161.80
16	CONCRETO CON 1% PIZOLANA VOLCÁNICA	12-mar	15.20	30.28	12.80	210.08	08-abr	28.00	81361.85	5	1.99	1.01	348.90	162.30

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORÍA EN SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil (I.P. N° 55327)



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV. 9 DE DICIEMBRE N. 802 APROVISA S. J. BAUTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

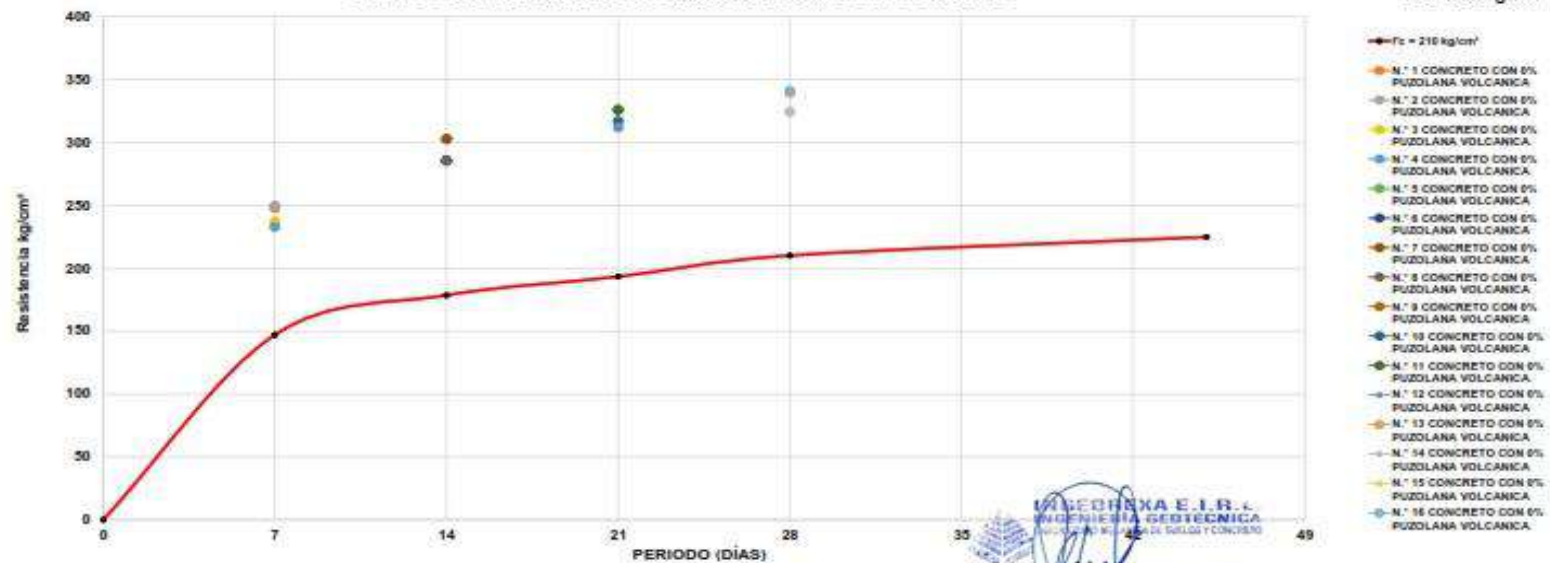
TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO

FECHA : ABRIL 2025

**GRAFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 55327



<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704</b>	Código de Ensayo	D7_INF-35_LABCON_RCS-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA	247.70	7.00	241.80
2		249.80	7.00	
3		237.00	7.00	
4		232.70	7.00	
5	CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA	302.80	14.00	293.98
6		285.00	14.00	
7		302.40	14.00	
8		285.10	14.00	
9	CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA	325.00	21.00	319.93
10		316.70	21.00	
11		325.70	21.00	
12		311.70	21.00	
13	CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA	339.20	28.00	335.98
14		324.10	28.00	
15		339.70	28.00	
16		340.90	28.00	

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTA Y LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor de Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, I.P. N° 22327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Geología,  
Geofísica, Concreto y Pavimento**

LABORATORIO AV. 9 DE DICIEMBRE N. 902 APROVISA S. J. BAPTISTA

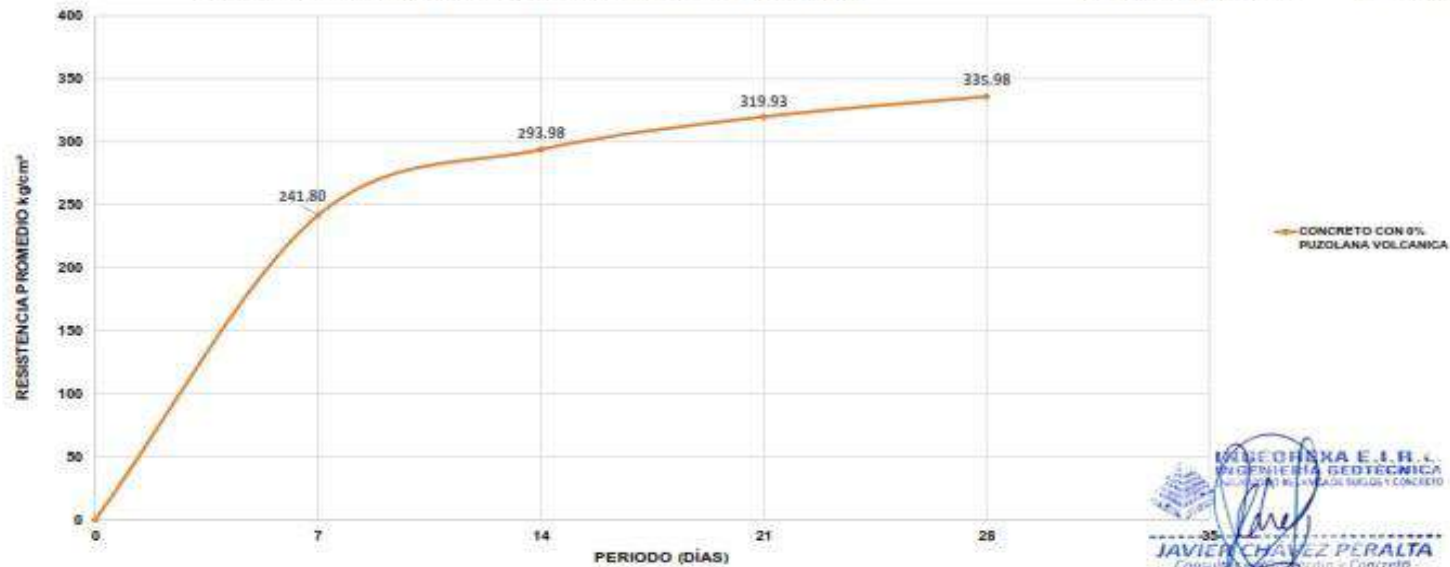
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
FECHA : ABRIL 2025

**GRÁFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO**

Resistencia de diseño :  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>



INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
LABORATORIO DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor de Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, I.P. N° 22327

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704</b>	Código de Ensayo	07_INP-35_LABCON_RCS-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Peralta
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2023

TESISTA	ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA
TEJIS	"INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> HUAMANGA AYACUCHO 2023"
UBICACIÓN	HUAMANGA - AYACUCHO
FECHA	ABRIL 2023

FECHA INGRESO DE PROBETAS AL LABORATORIO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

**TIPOS DE FRACTURA:**



**INFORMACIÓN:**

¿ LAS PROBETAS FUERON REMITIDAS POR EL TESISTA:  SI  X  NO

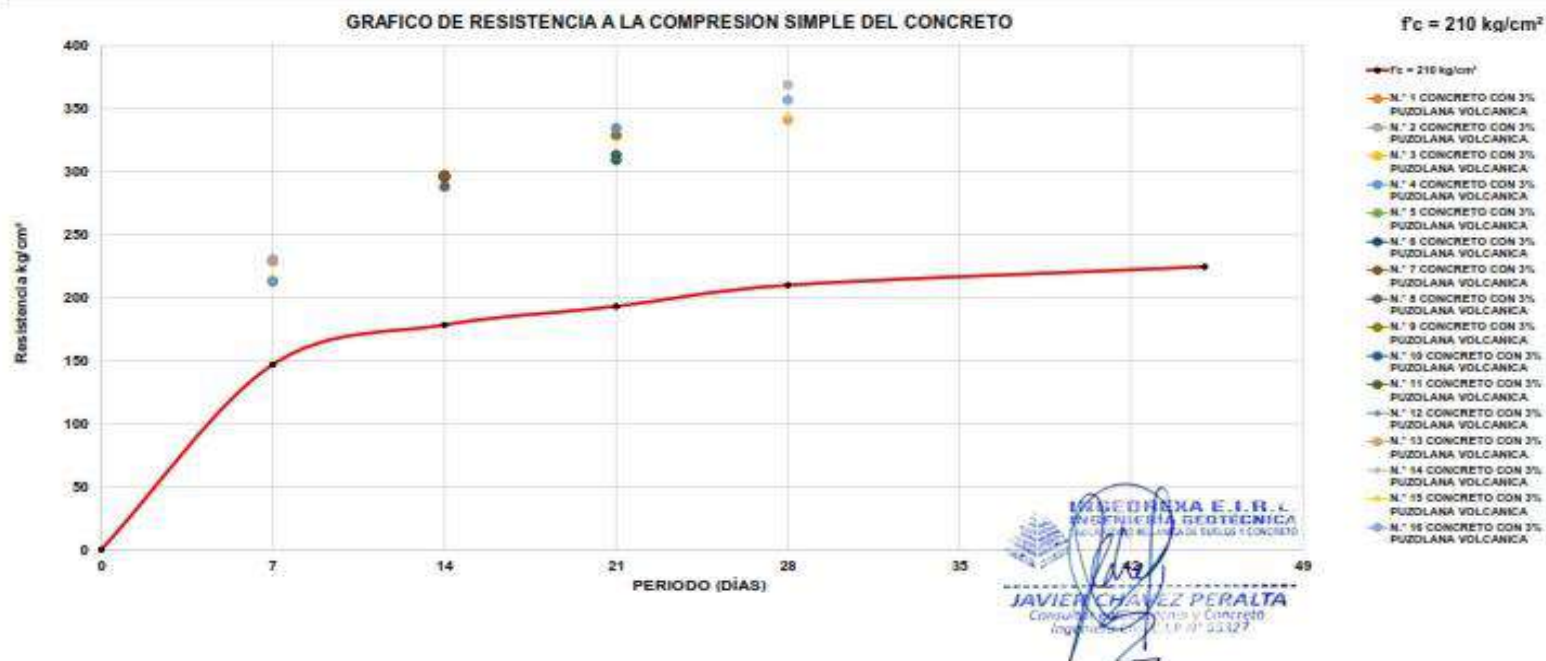
N°	MUESTRA CILÍNDRICA DE CONCRETO OBTENIDA EN OBRA						ENSAYO DE MUESTRA CILÍNDRICA DE CONCRETO EN LABORATORIO							
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA VAGADO	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MASA (Kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (kg)	TIPO DE FRACTURA	RELACIÓN ALTURA DIÁMETRO	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA DE TESTEO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA
1	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	14.84	30.10	12.14	210.00	20-mar	7.00	3943	4	2.03	1.02	225.10	105.10
2	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	14.88	30.20	12.40	210.00	20-mar	7.00	4043	3	2.02	1.01	220.00	105.00
3	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	15.10	30.10	12.17	210.00	20-mar	7.00	3832	4	1.99	1.01	214.40	102.10
4	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	14.80	30.00	12.23	210.00	20-mar	7.00	3662	5	2.01	1.01	212.70	101.30
5	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	15.01	30.40	12.74	210.00	27-mar	14.00	51826	3	2.03	1.02	207.90	101.00
6	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	15.20	30.40	12.75	210.00	27-mar	14.00	51126	3	2.00	1.01	205.00	100.00
7	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	14.80	30.10	12.40	210.00	27-mar	14.00	51853	3	2.01	1.01	207.20	101.00
8	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	14.25	30.00	12.23	210.00	27-mar	14.00	50940	3	2.01	1.01	208.30	101.30
9	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	14.80	30.00	12.53	210.00	03-abr	21.00	51468	5	2.00	1.01	328.00	156.10
10	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	15.00	30.10	12.09	210.00	03-abr	21.00	54795	5	2.01	1.01	313.00	149.30
11	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	14.37	29.90	12.50	210.00	03-abr	21.00	52914	4	2.00	1.01	308.20	147.30
12	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	14.80	29.90	12.30	210.00	03-abr	21.00	57907.21	5	2.01	1.01	335.00	159.50
13	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	15.20	30.30	12.07	210.00	05-abr	20.00	61440.27	5	1.99	1.01	341.40	162.60
14	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	15.15	30.10	12.02	210.00	05-abr	20.00	60901.38	4	1.99	1.01	303.10	150.00
15	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	15.10	29.90	12.40	210.00	05-abr	20.00	61200.50	5	1.99	1.01	344.00	164.20
16	CONCRETO CON 1% PUZOLANA VOLCÁNICA	13-mar	15.20	30.20	12.00	210.00	05-abr	20.00	64200.01	5	1.99	1.01	357.10	170.00

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORIO EN SUELOS, ROCAS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil N.º 117527

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
 TESIS : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA, AYACUCHO 2025  
 UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
 FECHA : ABRIL 2025



<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704</b>	Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**TEISIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025"

**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	3% PUZOLANA VOLCÁNICA (07 DIAS)	229.10	7.00	221.75
2		230.80	7.00	
3		214.40	7.00	
4		212.70	7.00	
5	3% PUZOLANA VOLCÁNICA (14 DIAS)	297.90	14.00	294.75
6		295.60	14.00	
7		297.20	14.00	
8		288.30	14.00	
9	3% PUZOLANA VOLCÁNICA (21 DIAS)	329.00	21.00	321.73
10		313.60	21.00	
11		309.30	21.00	
12		335.00	21.00	
13	3% PUZOLANA VOLCÁNICA (28 DIAS)	341.40	28.00	353.10
14		369.10	28.00	
15		344.80	28.00	
16		357.10	28.00	

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORÍA EN SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ing. Civil N.º 11.717 / I.P. N.º 22327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV. J DE DICIEMBRE N. 902 APROVISA S. J. BAUTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

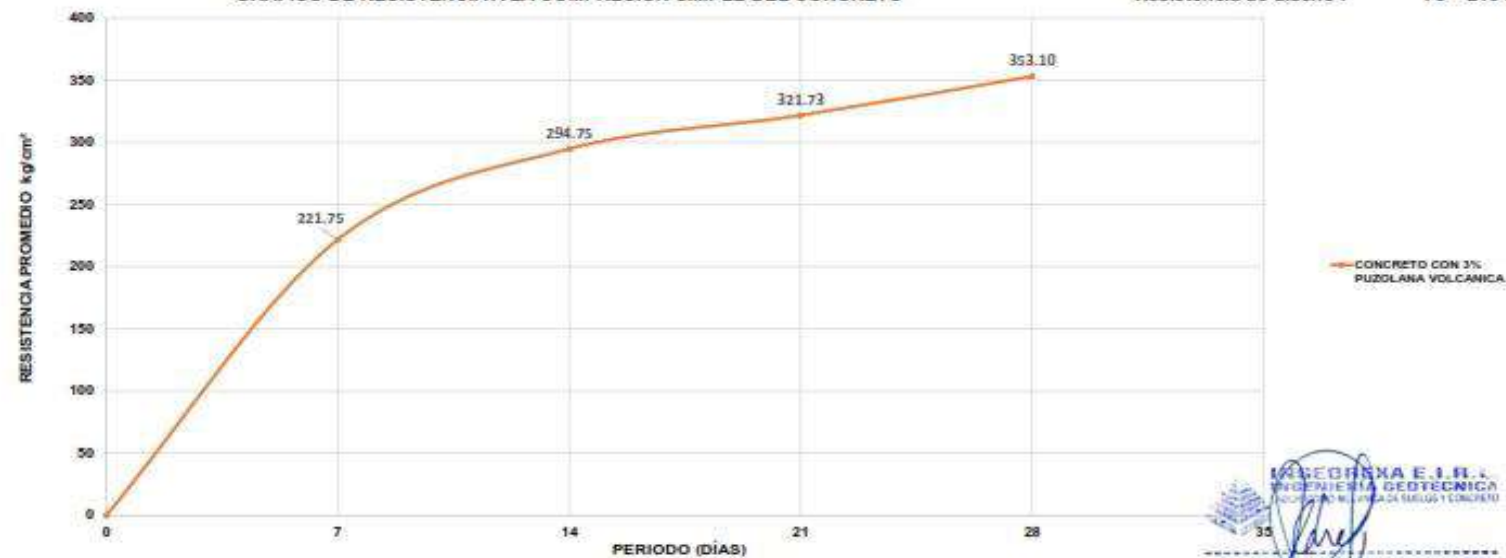
TEISIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO

FECHA : ABRIL 2025

**GRÁFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO**

Resistencia de diseño :  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
INFORMACIÓN PARA SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, N.º 53327

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b> <b>ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704</b>	Código de Ensayo	07-IMP-35_LAB/CON/ROC-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Peralta
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2023

TESISTA: ANDERSON RODRIGUEZ CONDOVA

TESIS: "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2023"

UBICACIÓN: HUAMANGA - AYACUCHO

FECHA: ABRIL 2023

FECHA INGRESO DE PROBETAS AL LABORATORIO: -

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS**

**TIPOS DE FRACTURA:**



**INFORMACIÓN:**

¿ LAS PROBETAS FUERON REMITIDAS POR EL TESISTA:  SI  X  NO

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA CILINDRICA DE CONCRETO OBTENIDA EN OBRA				ENSAYO DE MUESTRA CILINDRICA DE CONCRETO EN LABORATORIO								
		FECHA VACIADO	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MASA (kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (kg)	TIPO DE FRACTURA	RELACIÓN ALTURA/DIAMETRO	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA
1	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.17	33.07	12.58	210.00	21-mar	7.00	3188	5	1.88	1.01	195.90	93.30
2	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.21	33.09	12.55	210.00	21-mar	7.00	3026	4	1.88	1.01	217.50	103.60
3	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.16	33.18	12.49	210.00	21-mar	7.00	3726	5	1.96	1.01	307.40	88.80
4	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.20	33.08	12.62	210.00	21-mar	7.00	3082	5	1.87	1.01	212.00	101.00
5	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.20	33.08	12.35	210.00	28-mar	14.00	4894	5	1.96	1.08	258.00	121.90
6	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.15	33.15	12.42	210.00	28-mar	14.00	4953	5	1.99	1.01	271.50	129.20
7	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	14.89	29.98	12.29	210.00	28-mar	14.00	4215	4	2.00	1.01	242.10	115.30
8	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.20	33.08	12.37	210.00	28-mar	14.00	4787	2	1.97	1.01	364.00	130.10
9	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.10	33.48	12.69	210.00	04-abr	21.00	5478	4	2.01	1.01	309.10	147.20
10	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.00	33.10	12.43	210.00	04-abr	21.00	5957	5	2.01	1.01	391.70	138.90
11	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	14.98	30.12	12.55	210.00	04-abr	21.00	5145	3	2.01	1.01	295.10	140.50
12	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.05	33.28	12.64	210.00	04-abr	21.00	5320.38	5	2.01	1.01	303.00	144.28
13	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.21	29.80	12.35	210.00	11-abr	28.00	6552.41	3	1.96	1.08	301.10	172.00
14	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	14.92	33.08	12.12	210.00	11-abr	28.00	5834.07	5	2.01	1.01	337.00	160.90
15	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.12	29.90	12.28	210.00	11-abr	28.00	6229.71	3	1.96	1.01	349.20	166.30
16	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	14-mar	15.20	29.88	12.30	210.00	11-abr	28.00	6283.93	5	1.97	1.01	348.00	165.70

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORIO EN EL CAMPO DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil N° 55327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**Mecánica de SUELOS, Mecánica de ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFISICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV.9 DE DICIEMBRE N. 602 APROVISA S. J BAUTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

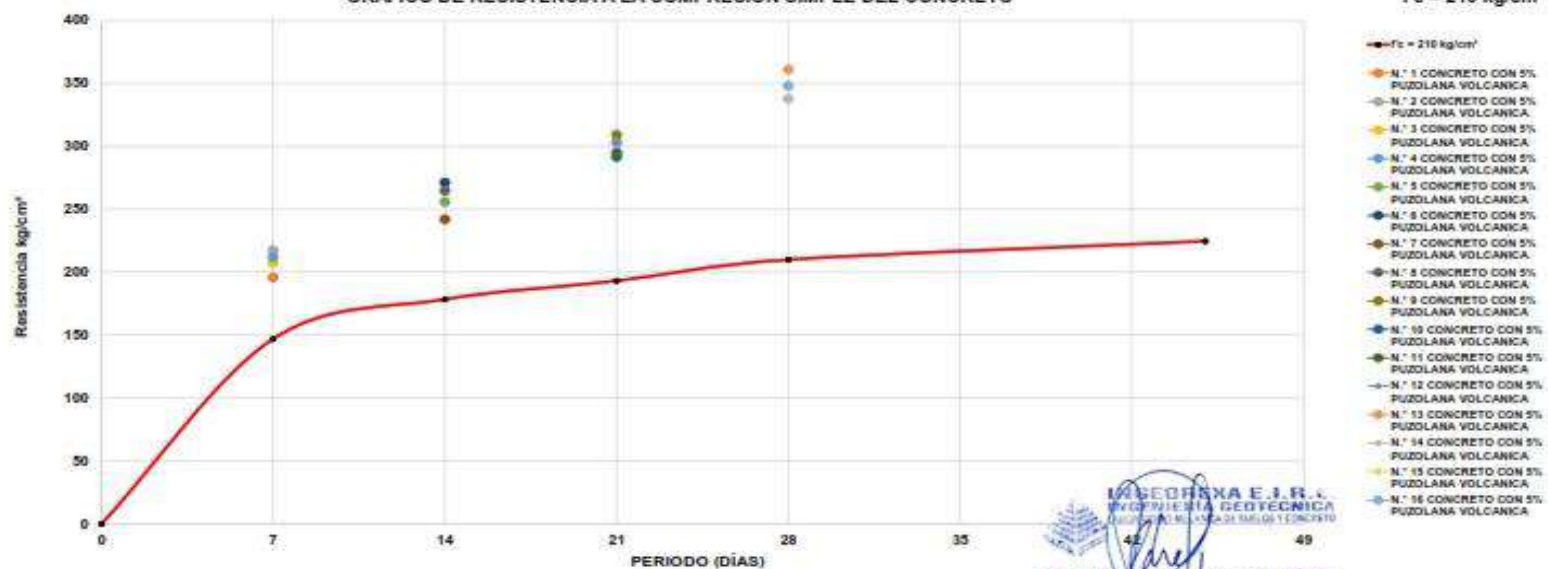
TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO

FECHA : ABRIL 2025

**GRAFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
LABORATORIO AV.9 DE DICIEMBRE N. 602 APROVISA S. J BAUTISTA

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Ingeniero en Geotecnia  
N° 117 22327

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704</b>	Código de Ensayo	07_INF-33_LABCON_RCS-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2023

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**TEISIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2023"

**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA	193.90	7.00	208.20
2		217.30	7.00	
3		207.40	7.00	
4		212.00	7.00	
5	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA	256.00	14.00	258.55
6		271.30	14.00	
7		242.10	14.00	
8		264.80	14.00	
9	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA	309.10	21.00	299.73
10		291.70	21.00	
11		295.10	21.00	
12		303.00	21.00	
13	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA	361.10	28.00	349.03
14		337.80	28.00	
15		349.20	28.00	
16		348.00	28.00	



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORÍA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO  
 Y PAVIMENTO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil N.º 52327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**Mecánica de SUELOS, Mecánica De ROCAS, Geología,  
Geofísica, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV. 9 DE DICIEMBRE N. 902 APROVISA S. J BAUTISTA

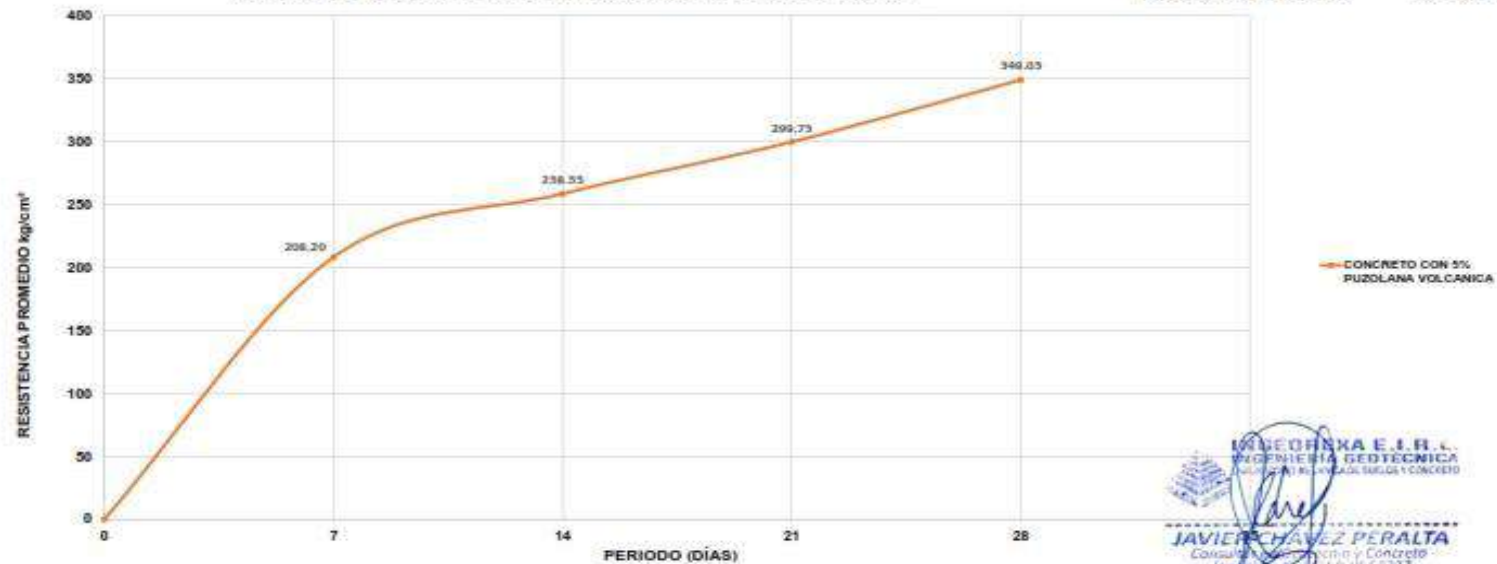
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurbado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
**TESIS** : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025  
**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO  
**FECHA** : ABRIL 2025

**GRÁFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO**

Resistencia de diseño :  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
LABORATORIO DE ENsayOS DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 53327

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704</b>	Código de Ensayo	07_INP-35_LABCON_RCS-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Montab
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA:** ANDERSON RODRIGUEZ GORDOYA  
**TESIS:** INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO (f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025)  
**UBICACIÓN:** HUAMANGA - AYACUCHO  
**FECHA:** ABRIL 2025 **FECHA INGRESO DE PROBETAS AL LABORATORIO:** \_\_\_\_\_

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

**TIPOS DE FRACTURA:**



**INFORMACIÓN:**

¿ LAS PROBETAS FUERON REMITIDAS POR EL TESISTA:     SI     X     NO

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MUESTRA CILÍNDRICA DE CONCRETO OBTENIDA EN OBRA				ENSAYO DE MUESTRA CILÍNDRICA DE CONCRETO EN LABORATORIO								
		FECHA VACIADO	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MASA (kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (kg)	TIPO DE FRACTURA	RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA OBTENIDA
1	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.14	33.48	11.78	210.00	22-mar	7.00	1982	4	2.81	1.01	196.50	93.57
2	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.82	33.01	11.37	210.00	22-mar	7.00	1262	3	2.83	1.01	72.30	34.43
3	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.10	33.28	11.67	210.00	22-mar	7.00	1929	5	2.80	1.01	193.20	91.90
4	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.20	33.15	11.42	210.00	22-mar	7.00	1356	3	1.94	1.01	76.60	36.00
5	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.80	33.99	11.99	210.00	29-mar	14.00	1749	4	1.99	1.01	191.20	91.00
6	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.10	33.15	12.11	210.00	29-mar	14.00	1847	3	2.80	1.01	194.20	92.00
7	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.25	33.00	12.01	210.00	29-mar	14.00	2028	6	1.97	1.01	111.20	53.00
8	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.10	33.00	11.90	210.00	29-mar	14.00	1954	8	1.99	1.01	116.60	55.70
9	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.10	33.15	12.09	210.00	05-abr	21.00	2047	4	2.00	1.01	115.20	54.90
10	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.20	33.30	12.24	210.00	05-abr	21.00	2191	5	1.99	1.01	116.60	55.60
11	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.18	33.40	12.25	210.00	05-abr	21.00	2153	3	2.80	1.01	128.10	61.00
12	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	14.87	33.20	11.81	210.00	05-abr	21.00	2010.30	5	2.82	1.01	118.10	56.20
13	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.30	33.30	12.25	210.00	12-abr	28.00	24290.93	5	1.98	1.01	133.00	63.30
14	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.31	33.79	11.91	210.00	12-abr	28.00	24996.92	4	1.94	1.08	125.70	60.00
15	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.25	33.00	12.10	210.00	12-abr	28.00	24548.78	5	1.97	1.01	135.10	64.30
16	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	15-mar	15.20	33.99	11.97	210.00	12-abr	28.00	22299.24	4	1.97	1.01	133.20	63.00

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil (N.º 22327)



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

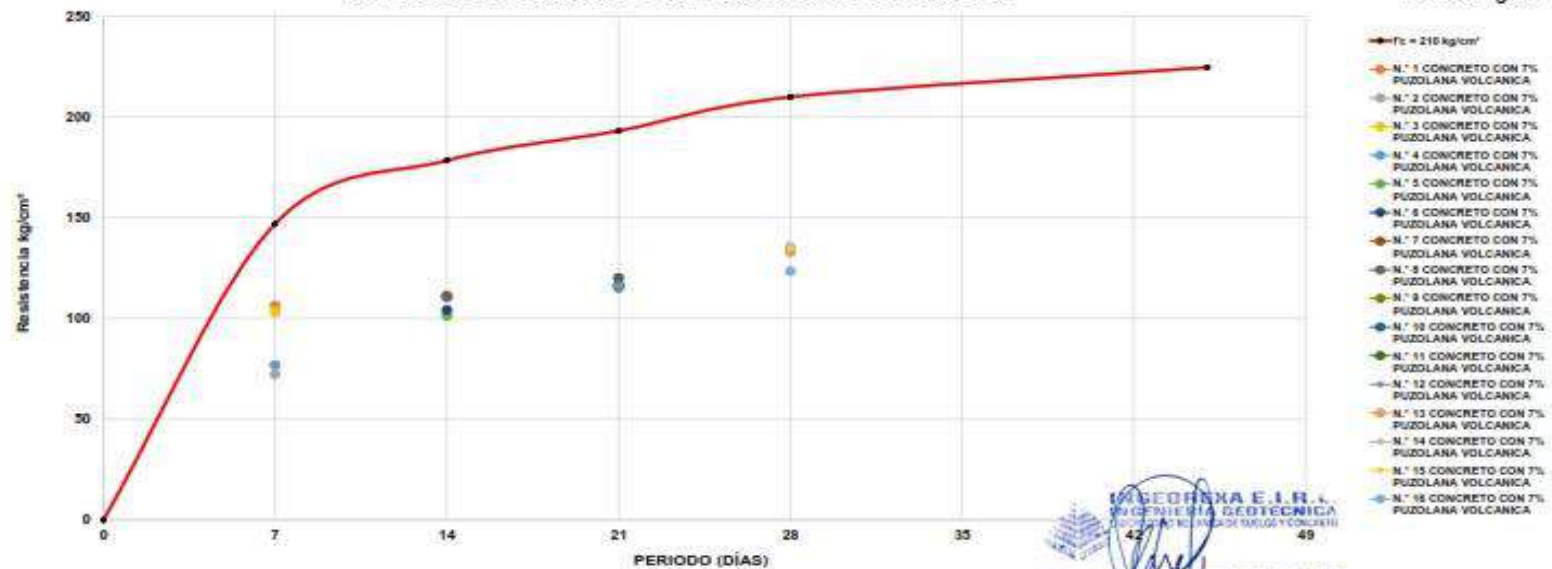
**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
 TESIS : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO (f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025)  
 UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
 FECHA : ABRIL 2025

**GRAFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Ingeniería y Concreto  
Ingeniero N.º 117 53327

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704</b>	Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2023

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**TEISIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2023"

**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA	106.50	7.00	89.73
2		72.30	7.00	
3		103.20	7.00	
4		76.90	7.00	
5	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA	101.30	14.00	106.83
6		104.20	14.00	
7		111.30	14.00	
8		110.60	14.00	
9	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA	115.20	21.00	117.05
10		116.80	21.00	
11		120.10	21.00	
12		116.10	21.00	
13	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA	133.00	28.00	131.83
14		135.70	28.00	
15		135.10	28.00	
16		123.50	28.00	



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Especialidad en SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en SUELOS Y CONCRETO  
Ingeniero Civil N.º 22327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Geología,  
Geofísica, Concreto y Pavimento**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2023

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f'c=210 kg/cm2, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

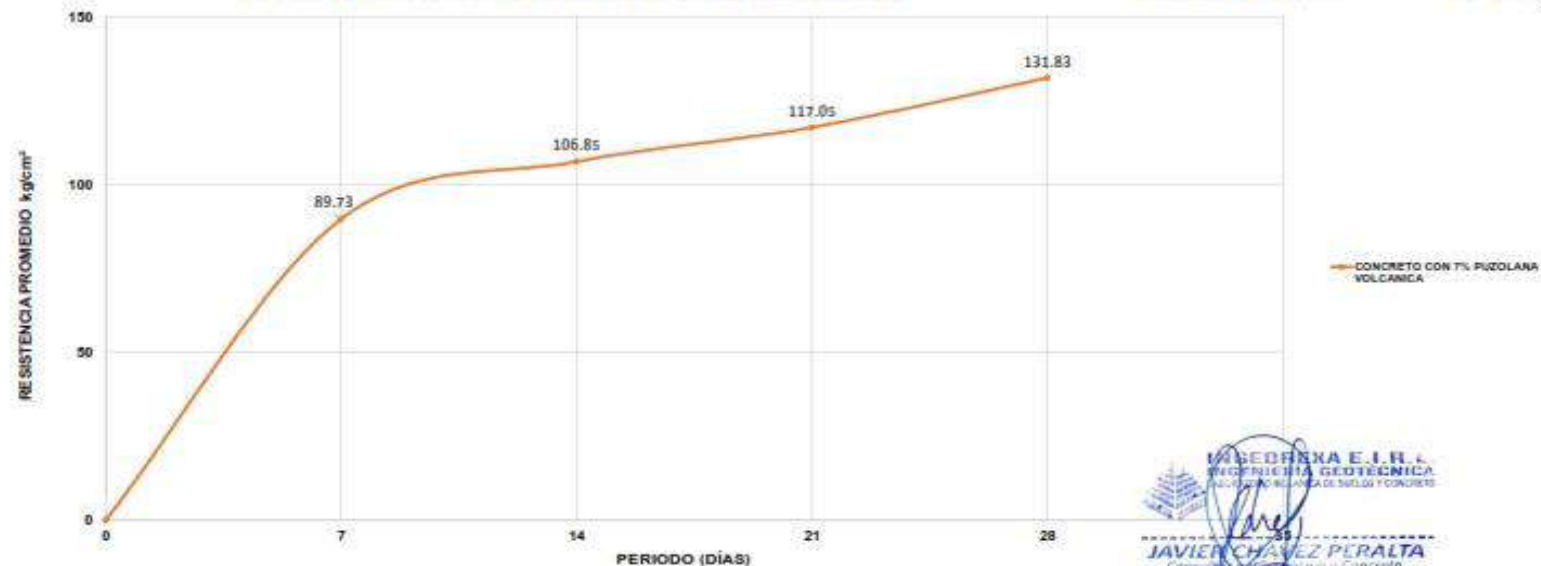
UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO

FECHA : ABRIL 2023

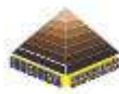
**GRÁFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO**

Resistencia de diseño:

**f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Especialidad en Mecánica de Suelos y Concreto  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Profesional N.º 53327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Geología,  
Geofísica, Concreto y Pavimento**

LABORATORIO AV.9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J. BAUTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

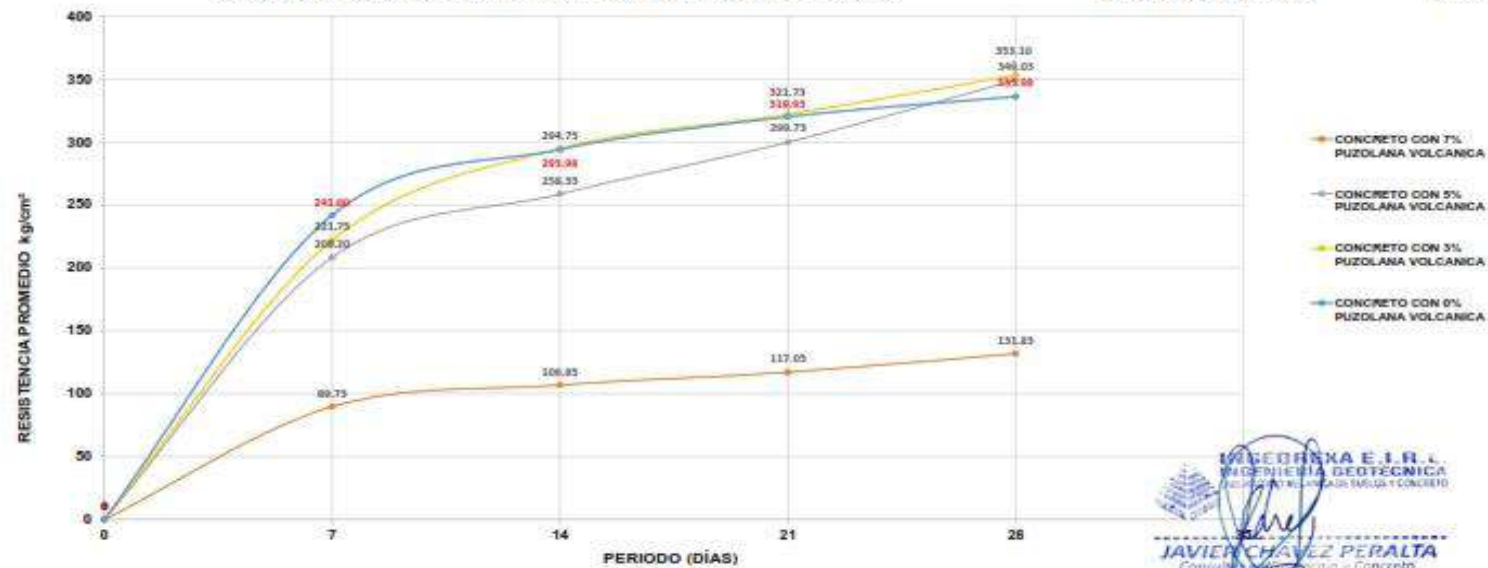
UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO

FECHA : ABRIL 2025

**GRÁFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO**

Resistencia de diseño :

$f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor Laboratorio y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 53327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO 17.9 DE DICIEMBRE N. 903 APROVISA S. J BAPTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS  
ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RCS-01
Técnico Laboratorio	Berrio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

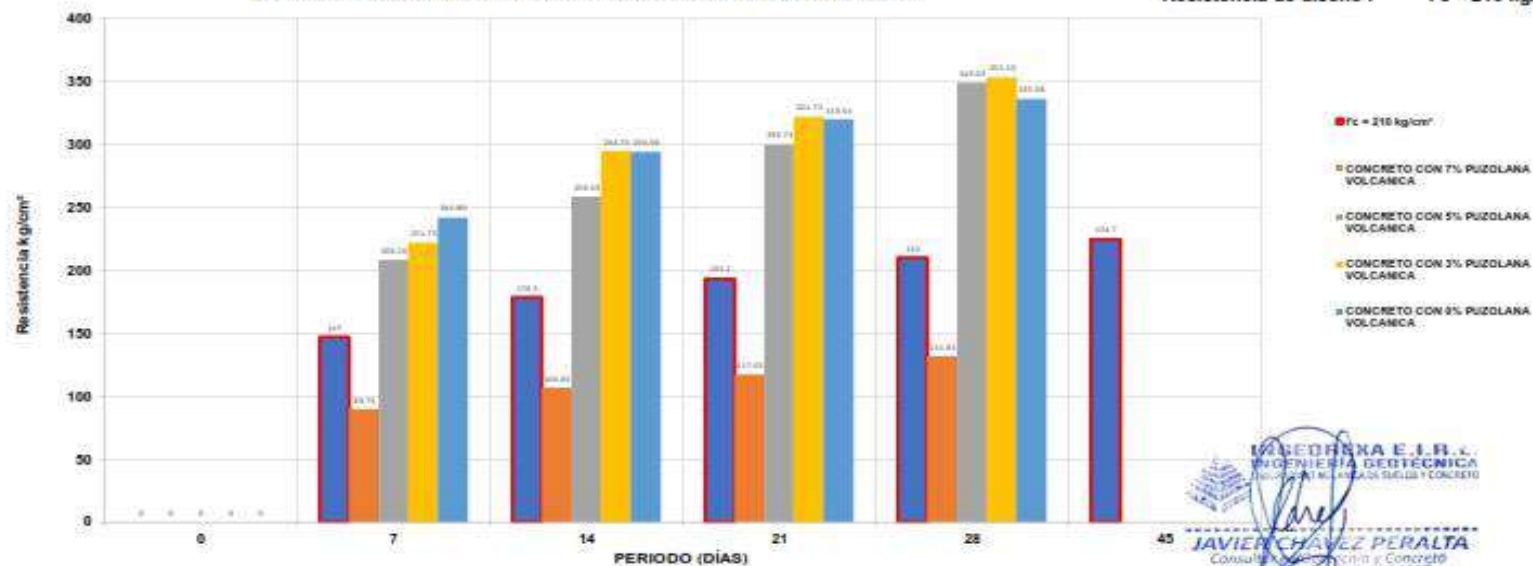
TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO

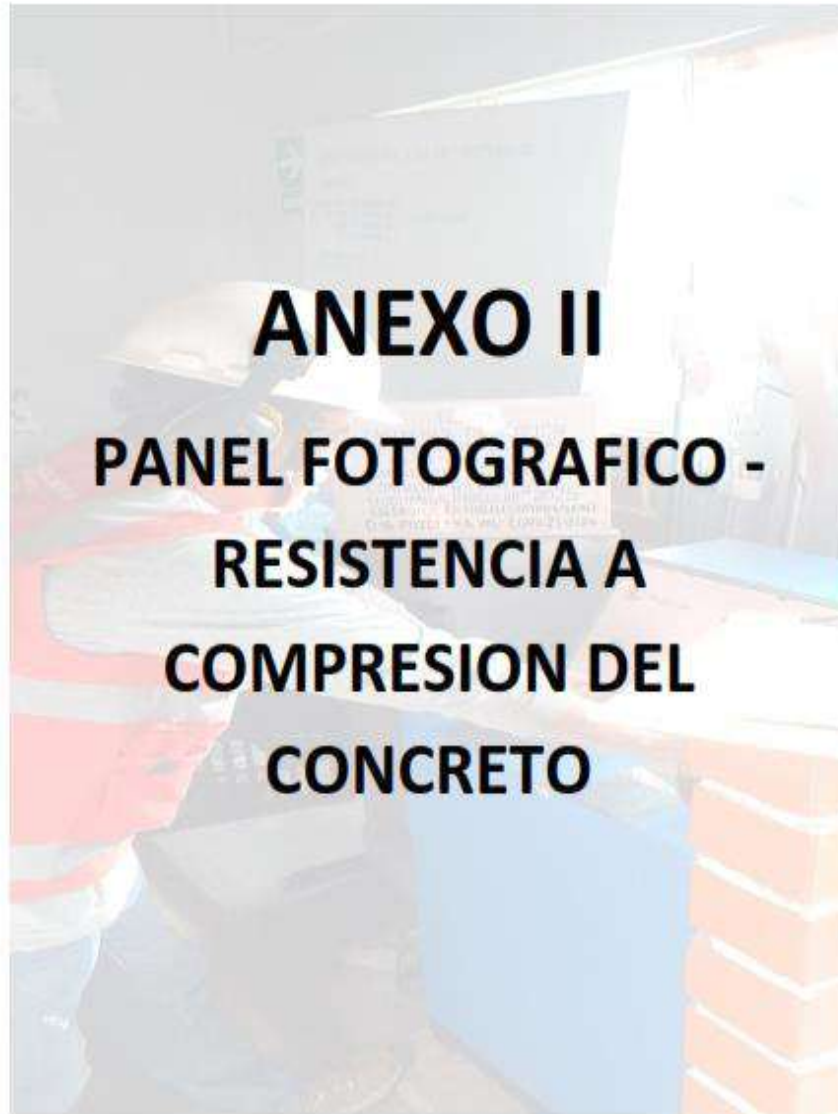
FECHA : ABRIL 2025

**GRÁFICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO**

Resistencia de diseño :  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Consultoría en Mecánica de Suelos y Concreto  
Ingeniero: JAVIER CHÁVEZ PERALTA  
N.º de Colección: 11.947.33.027





**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**



Concreto con 0% puzolana volcánica -  
concreto de control

Edad: 07 días



Concreto con 0% puzolana volcánica -  
concreto de control

Edad: 14 días



Concreto con 0% puzolana volcánica -  
concreto de control

Edad: 21 días



Concreto con 0% puzolana volcánica -  
concreto de control

Edad: 28 días

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Ingeniero Civil N° 53327



**Concreto con 3% puzolana volcánica**  
**Edad: 07 días**



**Concreto con 3% puzolana volcánica**  
**Edad: 14 días**



**Concreto con 3% puzolana volcánica**  
**Edad: 21 días**



**Concreto con 3% puzolana volcánica**  
**Edad: 28 días**

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN SUELOS Y CONCRETO  
JAVIER CHAVEZ PERALTA  
Ingeniero Civil (S) N.º 13327



**Concreto con 5% puzolana volcánica**  
**Edad: 07 días**



**Concreto con 5% puzolana volcánica**  
**Edad: 14 días**



**Concreto con 5% puzolana volcánica**  
**Edad: 21 días**



**Concreto con 5% puzolana volcánica**  
**Edad: 28 días**

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
REG. PROF. Nº 53327  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica de Suelos y Concreto  
Reg. Prof. Nº 53327



**Concreto con 7% puzolana volcánica**  
**Edad: 07 días**



**Concreto con 7% puzolana volcánica**  
**Edad: 14 días**



**Concreto con 7% puzolana volcánica**  
**Edad: 21 días**



**Concreto con 7% puzolana volcánica**  
**Edad: 28 días**

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
D.O. 10.10.2008 N.º 001-2008-ED  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Ingeniería de Concreto  
Ingeniero Civil N.º 22327



**INGEOREXA E.I.R.L.**

INGENIERIA GEOTÉCNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO  
EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39/C39M-21 / NTP 339.034 / MTC E704**



**Concreto con 0% puzolana volcánica –  
concreto de control**

**Resultado del equipo de compresión**



**Concreto con 3% puzolana volcánica**

**Resultado del equipo de compresión**



**Concreto con 5% puzolana volcánica**

**Resultado del equipo de compresión**



**Concreto con 7% puzolana volcánica**

**Resultado del equipo de compresión**

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTÉCNICA  
CONCRETO Y PAVIMENTO  
**PERALTA**  
Ingeniero en Geotecnia y Concreto  
Ingeniería N.º 11711-23227

## Anexo 11: Ensayo a flexión del concreto



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**Mecánica De SUELOS, Mecánica De ROCAS, Geología,  
Geofísica, CONCRETO Y PAVIMENTO**

# **INFORME DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO NTP 339.078/ASTM C78**

TESIS: "INFLUENCIA DE ADICION DE PUZOLANA VOLCANICA EN LA  
RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  
HUAMANGA AYACUCHO 2025"

**Testista:**

ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**Ubicación de lugar de Investigación:**

REGION : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

  
INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
-----  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica y Concreto  
Ingeniero N.º 11117 93327

### **ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO, VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS NORMA ASTM C78**

Los ensayos a flexión del concreto en muestras tipo viga con diseño de resistencia de  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  de la presente tesis, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio son las que se muestran en el cuadro de ensayo de resistencia a flexión del concreto en muestras tipo viga, asimismo se utilizó la norma internacional ASTM C78-02 – Método de ensayo normalizado para la determinar la resistencia a la flexión del concreto (Usando una viga simple con carga en los tercios).

#### **Cálculo**

Si la fractura se inicia en la superficie de tracción dentro del tercio medio del largo de la luz, calcule el módulo de ruptura de la siguiente manera:

**Se utiliza la siguiente formula:**

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

**Donde:**

R = Módulo de ruptura

P = Carga máxima

L = Largo de luz

b = Ancho promedio

d = Altura promedio

Si la fractura ocurre en la superficie de tracción fuera del tercio medio del largo de la luz en no más del 5% del largo de la luz, calcule el módulo de ruptura de la siguiente manera:

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

**Donde:**

a = Distancia promedio entre la línea de fractura y el apoyo



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Especializada en Mecánica de Suelos y Concreto

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica y Concreto  
Ingeniero Civil, C.P. 53327

### **OBSERVACIONES**

Para determinar la resistencia a la flexión, se elaboraron 48 muestras de vigueta de concreto por parte del solicitante, de dimensiones de 15cm x 15cm x 53cm, que corresponde a la altura, ancho y longitud. La codificación y/o identificación se detalla en el cuadro de ensayos adjunto a este informe.

Los ensayos a flexión del concreto en muestras tipo viga, para determinar su resistencia se realizaron en presencia del supervisor especialista en concreto.

### **RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACION DE VIGAS**

Se debe elegir un espacio apropiado en el laboratorio para elaborar las vigas, con superficie horizontal, plana y rígida, libre de vibraciones que este bajo sombra.

Antes de tomar la muestra e iniciar el moldeado se debe revisar los que los moldes se encuentren en perfectas condiciones, con paredes verticales (90°) con respecto a la placa de asiento. La superficie interior debe estar completamente limpia.

El moldeado de la viga se realizará en tres capas, compactando cada capa mediante 25 inserciones con la varilla lisa distribuida uniformemente, para la segunda y tercera capa la varilla debe ingresar 1 pulgada en la capa anterior, una vez culminada la compactación se deberá golpear ligeramente alrededor del molde 10 veces por cada capa para liberar el aire atrapado en el interior de la muestra.

El acabado que deben tener los especímenes al final de su elaboración debe proporcionar una capa lo suficientemente lisa y plana como para que al momento de la falla no se vayan a generar concentraciones de esfuerzos y la fuerza aplicada se distribuya uniformemente sobre la superficie de la viga.

Después de desmoldear la muestra es necesario curarla inmediatamente cubriendo todas las caras. Recordar que se debe mantener hidratadas en todo momento.

Se recomienda ensayar los especímenes en edades comprendidas entre 7 y 28 días. Por tanto, es necesaria un suministro oportuno de probetas al área de laboratorio.



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor Especialista en Concreto  
Ingeniero Civil, I.P.N. 53327



# **ANEXO I**

## **REGISTROS EN LABORATORIO**



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C78</b>	Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_07-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Peralta
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
 TESIS : INFLUENCIA DE ADICION DE PUZOLANA VOLCANICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA - AYACUCHO 2025  
 UBICACION : HUAMANGA - AYACUCHO  
 FECHA : ABRIL 2025

FECHA INGRESO DE PROBETAS AL LABORATORIO : -

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS**

**INFORMACION**

1. LAS PROBETAS FUERON REVISADAS POR EL TESISTA:  SI  NO

N°	MUESTRA PRISMATICA DE CONCRETO OBTENIDA EN LABORATORIO					ENSAYO DE MUESTRA PRISMATICA DE CONCRETO EN LABORATORIO					
	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA YACIADO	LONGITUD (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	PROFUNDIDAD PROMEDIO (mm)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	UBICACION DE LA FALLA	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	153.00	152.00	210.00	26-mar	7.00	22160.00	TERCIO CENTRAL	38.88
2	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	152.00	153.00	210.00	26-mar	7.00	22070.00	TERCIO CENTRAL	38.77
3	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	152.50	152.00	210.00	26-mar	7.00	21980.00	TERCIO CENTRAL	38.53
4	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	152.00	152.00	210.00	02-abr	14.00	21730.00	TERCIO CENTRAL	37.95
5	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	152.50	152.50	210.00	02-abr	14.00	21420.00	TERCIO CENTRAL	37.94
6	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	151.50	152.00	210.00	02-abr	14.00	21290.00	TERCIO CENTRAL	38.11
7	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	153.00	153.50	210.00	08-abr	21.00	24630.00	TERCIO CENTRAL	48.50
8	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	153.00	152.00	210.00	08-abr	21.00	24610.00	TERCIO CENTRAL	48.17
9	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	152.00	152.00	210.00	08-abr	21.00	24630.00	TERCIO CENTRAL	41.30
10	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	153.00	152.00	210.00	16-abr	28.00	31850.00	TERCIO CENTRAL	44.10
11	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	152.00	153.00	210.00	16-abr	28.00	32150.00	TERCIO CENTRAL	44.23
12	CONCRETO CON 8% PUZOLANA VOLCANICA	19-mar	480.00	152.50	152.00	210.00	16-abr	28.00	31990.00	TERCIO CENTRAL	44.44

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 INGENIERO EN GEOTECNICA Y CONCRETO  
 JAVIER CHÁVEZ PERALTA  
 Consultor en Geotecnia y Concreto  
 Ing. N° 11117 52327



<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C78</b>	Código de Ensayo	07_INF-33_LABCON_RF-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2023

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2023"

**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS**

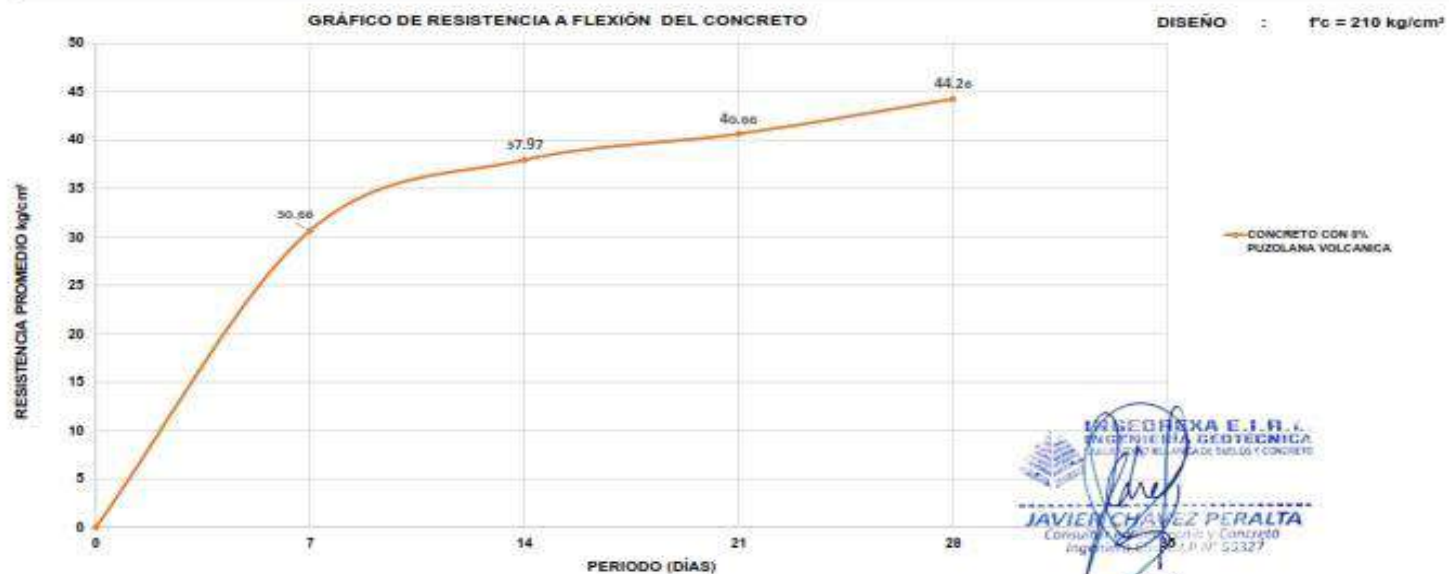
Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1		30.08	7.00	
2	CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA	30.77	7.00	
3		30.53	7.00	30.06
4	CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA	37.90	14.00	
5		37.84	14.00	
6		38.11	14.00	37.97
7	CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA	40.50	21.00	
8		40.17	21.00	
9		41.30	21.00	40.66
10	CONCRETO CON 0% PUZOLANA VOLCANICA	44.10	28.00	
11		44.23	28.00	
12		44.44	28.00	44.26

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en SUELOS Y CONCRETO  
Ingeniero Civil N.º 117 52327

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO  
ENDURECIDO  
ASTM C78**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RF-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
 TESIS : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"  
 UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
 FECHA : ABRIL 2025



<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C78</b>	Código de Ensayo	07_01P-00_LABCON_PP-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
 TESIS : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025  
 UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
 FECHA : ABRIL 2025

FECHA INGRESO DE PROBETAS AL LABORATORIO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMÁTICAS**

**INFORMACIÓN:**

1. LAS PROBETAS FUERON REMITIDAS POR EL SOLICITANTE:

SI

NO

N.º	MUESTRA PRISMÁTICAS DE CONCRETO OBTENIDA EN LABORATORIO					ENSAYO DE MUESTRA PRISMÁTICA DE CONCRETO EN LABORATORIO					
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA VACIADO	LONGITUD (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	PROFUNDIDAD PROMEDIO (mm)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	UBICACIÓN DE LA FALLA	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	154.00	210.00	27-mar	7.00	22500.00	TERCIO CENTRAL	39.48
2	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	153.00	153.00	210.00	27-mar	7.00	22740.00	TERCIO CENTRAL	32.44
3	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	152.50	210.00	27-mar	7.00	24530.00	TERCIO CENTRAL	33.97
4	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	153.00	152.00	210.00	03-abr	14.00	26820.00	TERCIO CENTRAL	39.91
5	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	152.00	210.00	03-abr	14.00	29580.00	TERCIO CENTRAL	41.86
6	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	152.50	210.00	03-abr	14.00	29310.00	TERCIO CENTRAL	40.58
7	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	153.00	153.00	210.00	10-abr	21.00	31950.00	TERCIO CENTRAL	43.66
8	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	153.00	210.00	10-abr	21.00	32550.00	TERCIO CENTRAL	44.70
9	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	152.50	210.00	10-abr	21.00	32790.00	TERCIO CENTRAL	45.25
10	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	153.00	210.00	17-abr	28.00	34330.00	TERCIO CENTRAL	47.22
11	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	153.00	210.00	17-abr	28.00	33280.00	TERCIO CENTRAL	45.60
12	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCÁNICA	20-mar	400.00	152.00	152.50	210.00	17-abr	28.00	34890.00	TERCIO CENTRAL	48.15

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 ESPECIALIDAD EN SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil N.º 117-55329

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C78</b>	Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RF-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO

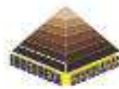
**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCANICA	30.49	7.00	32.30
2		32.44	7.00	
3		33.97	7.00	
4	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCANICA	39.91	14.00	40.52
5		41.06	14.00	
6		40.58	14.00	
7	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCANICA	43.06	21.00	44.56
8		44.78	21.00	
9		43.23	21.00	
10	CONCRETO CON 3% PUZOLANA VOLCANICA	47.22	28.00	46.99
11		43.60	28.00	
12		48.15	28.00	



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CALLE ALMIRANTE BILLO Y CONCRETO  
HUAMANGA - AYACUCHO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 11117



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

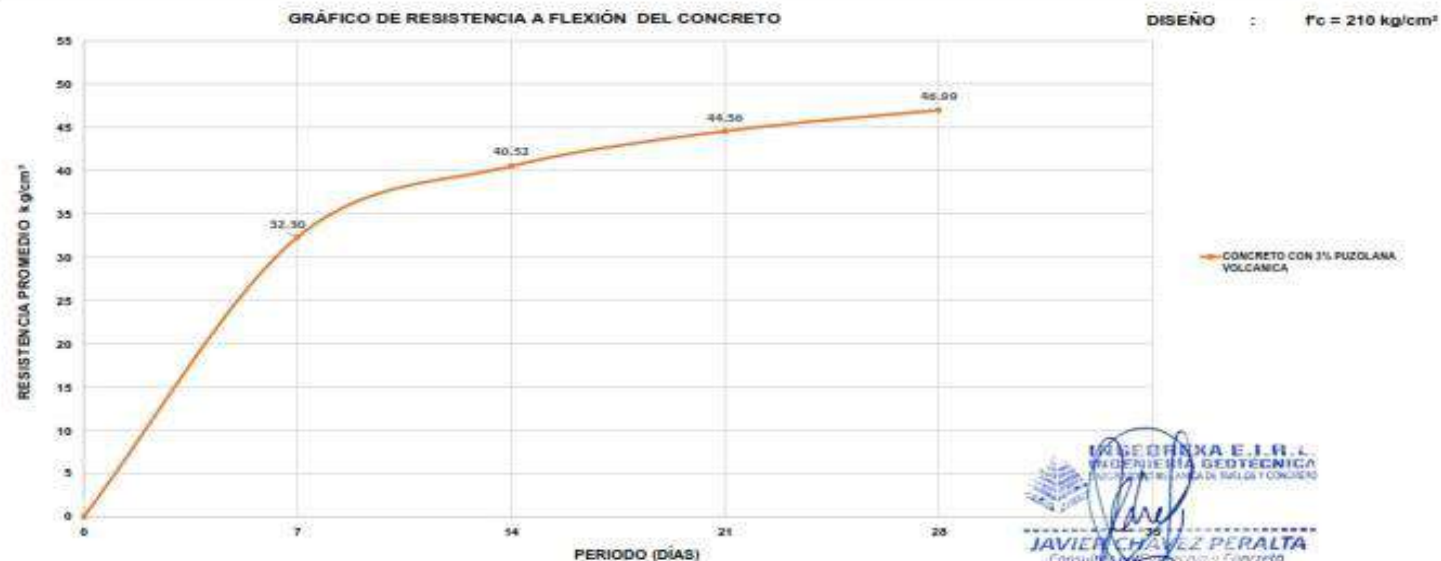
**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV. 9 DE DICIEMBRE N. 900 APROVISA S. J. BAUTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO  
ENDURECIDO  
ASTM C78**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_INF-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA:** ANDERSON RÓDRIGUEZ CORDOVA  
**TESIS:** INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025.  
**UBICACIÓN:** HUAMANGA - AYACUCHO  
**FECHA:** ABRIL 2025



<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C78</b>	Código de Ensayo	DT_01P-30_LABCON_PP-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

TESIS : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
 TESIS : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=310 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA  
 TESIS : AYACUCHO 2025  
 UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
 FECHA : ABRIL 2025

FECHA INGRESO DE PRUEBAS AL LABORATORIO : -

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMÁTICAS**

**INFORMACIÓN:**

1. LAS PRUEBAS FUERON REMITIDAS POR EL SOLICITANTE:

SI

NO

N.º	MUESTRA PRISMÁTICAS DE CONCRETO OBTENIDA EN LABORATORIO						ENSAYO DE MUESTRA PRISMÁTICA DE CONCRETO EN LABORATORIO					
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA VACIADO	LONGITUD (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	PROFUNDIDAD PROMEDIO (mm)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	UBICACIÓN DE LA FALLA	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	153.00	210.00	28-mar	7.00	21700.00	TERCIO CENTRAL	33.74	
2	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	153.00	210.00	28-mar	7.00	21540.00	TERCIO CENTRAL	33.90	
3	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	152.50	210.00	28-mar	7.00	22870.00	TERCIO CENTRAL	36.48	
4	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	153.00	210.00	04-abr	14.00	27990.00	TERCIO CENTRAL	37.30	
5	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.50	152.50	210.00	04-abr	14.00	26790.00	TERCIO CENTRAL	36.97	
6	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	152.50	210.00	04-abr	14.00	27340.00	TERCIO CENTRAL	37.61	
7	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	151.50	153.00	210.00	11-abr	21.00	26440.00	TERCIO CENTRAL	40.60	
8	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	152.50	210.00	11-abr	21.00	30070.00	TERCIO CENTRAL	41.84	
9	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	152.50	210.00	11-abr	21.00	29770.00	TERCIO CENTRAL	40.95	
10	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.50	153.00	210.00	18-abr	28.00	30810.00	TERCIO CENTRAL	42.24	
11	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	153.00	210.00	18-abr	28.00	31280.00	TERCIO CENTRAL	42.72	
12	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.50	153.00	210.00	18-abr	28.00	31570.00	TERCIO CENTRAL	43.20	

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORÍA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
 -----  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor Responsable de Ensayos  
 Inge. Civil N.º 11.678.53327



<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C78</b>	Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RF-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA	29.74	7.00	29.70
2		28.89	7.00	
3		30.46	7.00	
4	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA	37.90	14.00	37.49
5		36.97	14.00	
6		37.61	14.00	
7	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA	40.63	21.00	41.07
8		41.64	21.00	
9		40.95	21.00	
10	CONCRETO CON 5% PUZOLANA VOLCANICA	42.24	28.00	42.75
11		42.72	28.00	
12		43.29	28.00	

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 11117



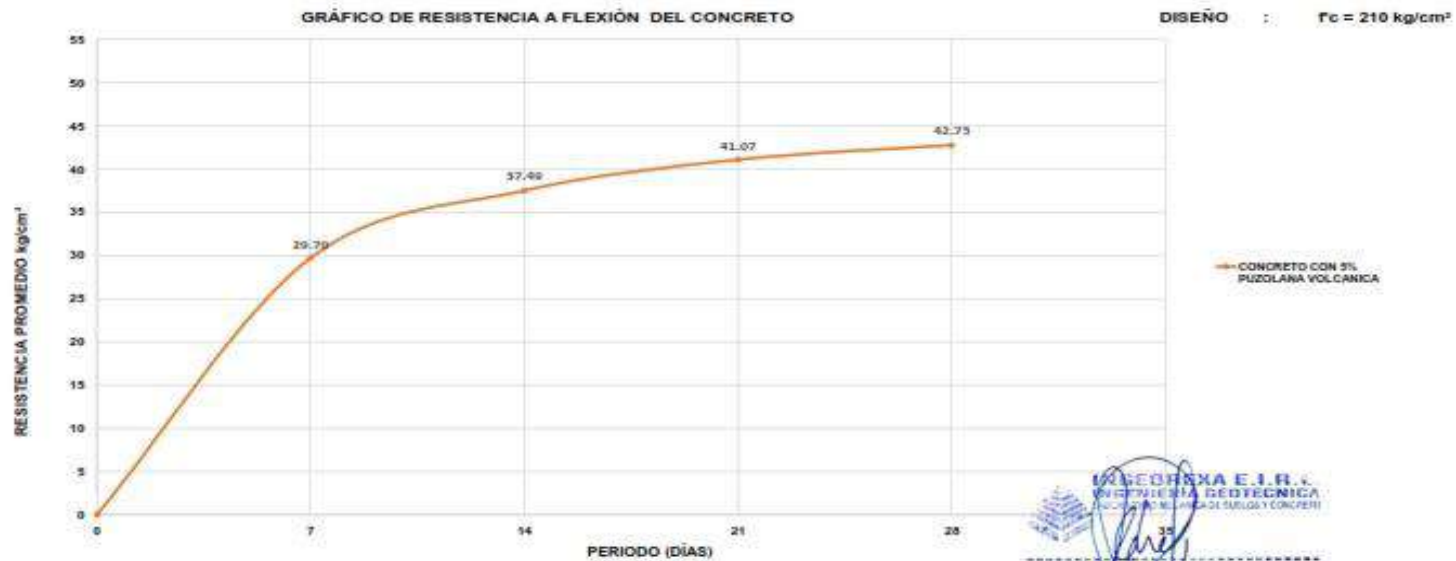
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO  
ENDURECIDO  
ASTM C78**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_INF-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
TESIS : INFLUENCIA DE ADICION DE PUZOLANA VOLCANICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025.  
UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
FECHA : ABRIL 2025



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica y Concreto  
Ingeniero Civil E.I.R.L. N° 52327

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C78</b>	Código de Ensayo	07_INP-05_LABCON_PP-01
	Técnico Laboratorio	Bertha Chávez Peralta
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
 TESIS : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO (f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA - AYACUCHO 2025)  
 UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
 FECHA : ABRIL 2025

FECHA INGRESO DE PROBETAS AL LABORATORIO : -

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS**

**INFORMACIÓN:**

1. LAS PROBETAS FUERON REMITIDAS POR EL SOLICITANTE:  SI  NO

N.º	MUESTRA PRISMÁTICAS DE CONCRETO OBTENIDA EN LABORATORIO						ENSAYO DE MUESTRA PRISMÁTICA DE CONCRETO EN LABORATORIO					
	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA VACIADO	LONGITUD (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	PROFUNDIDAD PROMEDIO (mm)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	CARGA MÁXIMA (N)	UBICACIÓN DE LA FALLA	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	
1	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	154.00	210.00	28-mar	7.00	8640.00	TERCIO CENTRAL	11.65	
2	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	153.00	210.00	28-mar	7.00	9140.00	TERCIO CENTRAL	12.57	
3	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	152.00	210.00	28-mar	7.00	8700.00	TERCIO CENTRAL	13.41	
4	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	152.00	210.00	04-abr	14.00	10870.00	TERCIO CENTRAL	15.15	
5	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	152.00	210.00	04-abr	14.00	11740.00	TERCIO CENTRAL	16.20	
6	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	152.00	210.00	04-abr	14.00	11520.00	TERCIO CENTRAL	15.90	
7	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	152.00	210.00	11-abr	21.00	12810.00	TERCIO CENTRAL	17.50	
8	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	152.00	210.00	11-abr	21.00	13040.00	TERCIO CENTRAL	17.94	
9	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	153.00	210.00	11-abr	21.00	12530.00	TERCIO CENTRAL	17.12	
10	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	152.00	210.00	18-abr	28.00	13820.00	TERCIO CENTRAL	18.34	
11	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	153.00	152.00	210.00	18-abr	28.00	13520.00	TERCIO CENTRAL	18.00	
12	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCÁNICA	21-mar	400.00	152.00	153.00	210.00	18-abr	28.00	12900.00	TERCIO CENTRAL	17.25	

  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Ingeniería de Concreto  
 Ingeniería Civil N.º 11755327



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C78</b>	Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RF-01
	Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
	Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
	Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
	Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA** : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

**TESIS** : "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025"

**UBICACIÓN** : HUAMANGA - AYACUCHO

**REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN MUESTRAS PRISMATICAS**

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA DE TESTIGO (kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD (DIAS)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA	11.05	7.00	12.53
2		12.53	7.00	
3		13.41	7.00	
4	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA	15.15	14.00	15.75
5		16.20	14.00	
6		15.90	14.00	
7	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA	17.56	21.00	17.54
8		17.94	21.00	
9		17.12	21.00	
10	CONCRETO CON 7% PUZOLANA VOLCANICA	19.34	28.00	18.56
11		18.00	28.00	
12		17.75	28.00	

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Dedicada al estudio de SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Geotecnia y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 55327



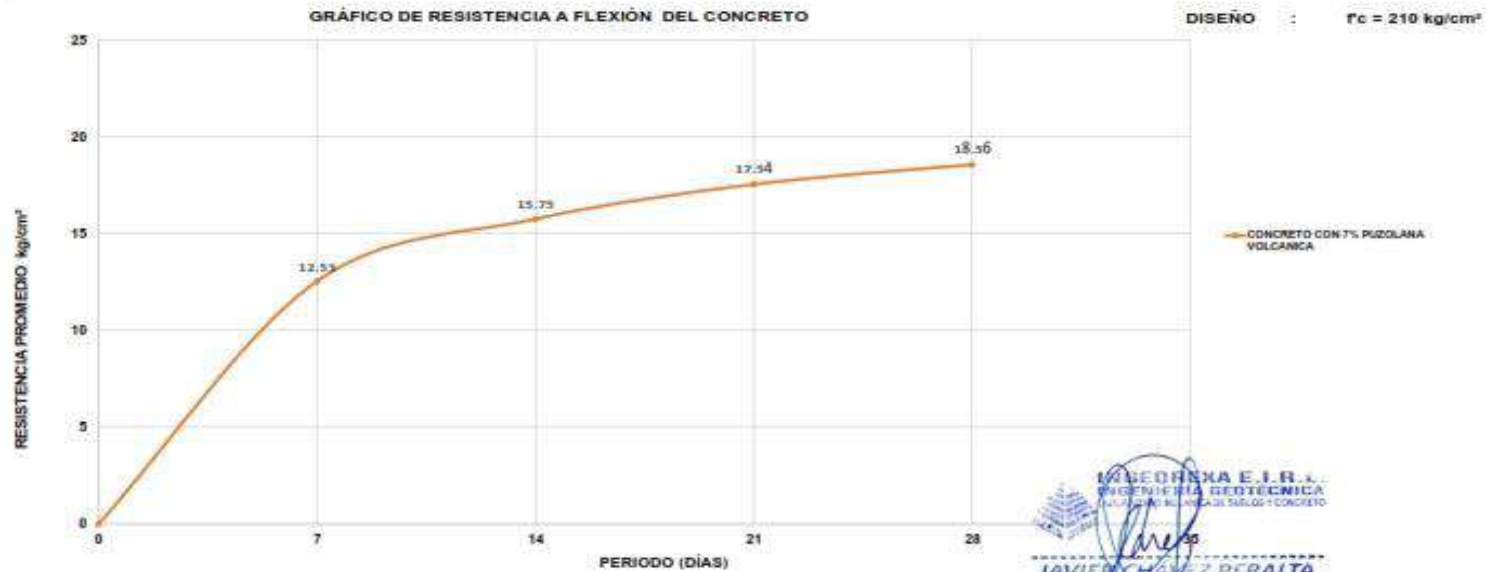
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

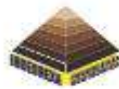
**Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Geología,  
Geofísica, Concreto y Pavimento**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO  
ENDURECIDO  
ASTM C78**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_RF-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA  
TESIS : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025  
UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
FECHA : ABRIL 2025





**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

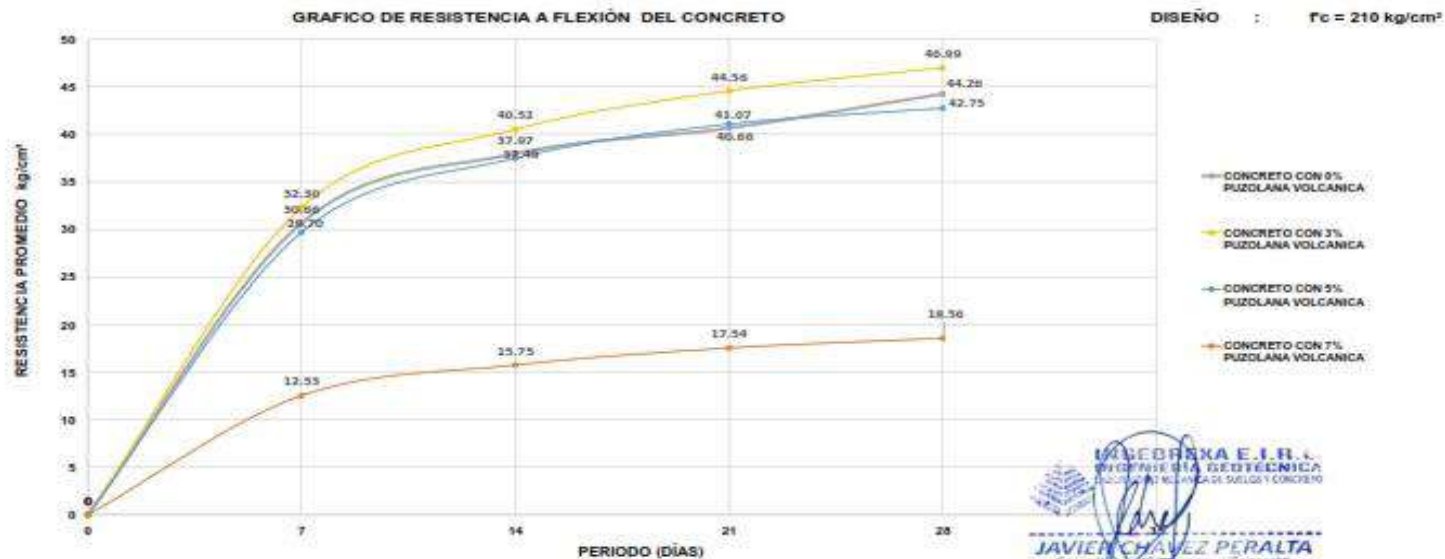
**MECÁNICA DE SUELOS, MECÁNICA DE ROCAS, GEOLOGÍA,  
GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTO**

LABORATORIO AV. 9 DE DICIEMBRE N. 933 APROVISA S. J. BAPTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO  
ENDURECIDO  
ASTM C78**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_INF-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

TESISTA : ANDERSON RÓDRIGUEZ CORDOVA  
TESIS : INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO  $f_c > 210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA AYACUCHO 2025.  
UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO  
FECHA : ABRIL 2025



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica de Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil, N.º 117 52127



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA

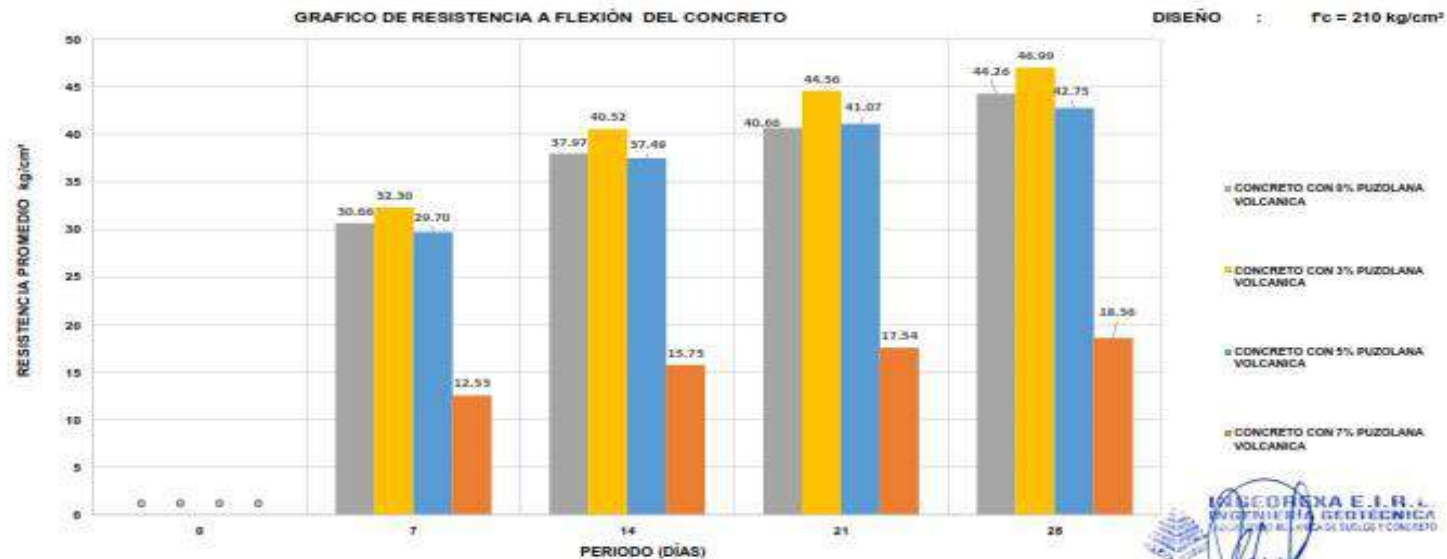
**Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Geología,  
Geofísica, Concreto y Pavimento**

LABORATORIO AV. 9 DE DICIEMBRE N. 902 APROVISA S. J. BAUTISTA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO  
ENDURECIDO  
ASTM C78**

Código de Ensayo	07_INF-35_LABCON_INF-01
Técnico Laboratorio	Sergio Chávez Hurtado
Ing. Laboratorio	Javier Chávez Peralta
Ing. Responsable	Javier Chávez Peralta
Fecha	ABRIL 2025

**TESISTA:** ANDERSON RÓDRIGUEZ CORDOVA  
**TESIS:** INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA AYACUCHO 2025.  
**UBICACIÓN:** HUAMANGA - AYACUCHO  
**FECHA:** ABRIL 2025



**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
LABORATORIO DE ENSAJOS DE SUELOS Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor de Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 11.017.52127





**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS  
ASTM C78**



**Concreto con 0% puzolana volcánica -  
concreto de control**

**Edad: 07 dias**



**Concreto con 0% puzolana volcánica -  
concreto de control**

**Edad: 14 dias**



**Concreto con 0% puzolana volcánica -  
concreto de control**

**Edad: 21 dias**



**Concreto con 0% puzolana volcánica -  
concreto de control**

**Edad: 28 dias**

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
**JAVIER GONZALEZ PERALTA**  
Consultor Independiente y Concejal  
Ingeniero Civil (CP N° 55327)



**Concreto con 3% puzolana volcánica**  
**Edad: 07 días**



**Concreto con 3% puzolana volcánica**  
**Edad: 14 días**



**Concreto con 3% puzolana volcánica**  
**Edad: 21 días**



**Concreto con 3% puzolana volcánica**  
**Edad: 28 días**



**Concreto con 5% puzolana volcánica**  
**Edad: 07 días**



**Concreto con 5% puzolana volcánica**  
**Edad: 14 días**



**Concreto con 5% puzolana volcánica**  
**Edad: 21 días**



**Concreto con 5% puzolana volcánica**  
**Edad: 28 días**

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
Especialidad en Mecánica de Suelos y Concreto  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica de Suelos y Concreto  
Ingeniero Civil N.º 23327



**Concreto con 7% puzolana volcánica**  
**Edad: 07 días**



**Concreto con 7% puzolana volcánica**  
**Edad: 14 días**



**Concreto con 7% puzolana volcánica**  
**Edad: 21 días**



**Concreto con 7% puzolana volcánica**  
**Edad: 28 días**

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERIA GEOTECNICA  
SOLUCIONES EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Mecánica de Suelos y Concreto  
Argentina - C.A.B. N° 103327



**ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS  
ASTM C78**



Concreto con 0% puzolana volcánica –  
concreto de control  
Resultado del equipo de flexión



Concreto con 3% puzolana volcánica  
Resultado del equipo de flexión



Concreto con 5% puzolana volcánica  
Resultado del equipo de flexión



Concreto con 5% puzolana volcánica  
Resultado del equipo de flexión

INGEOREXA E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA  
CONCRETO Y PAVIMENTO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Ingeniero en Geotecnia y Concreto  
Ingeniería Civil - C.P. N° 25327

## Anexo 12: Costos unitarios

310 Página: 1

### Análisis de precios unitarios

Proyecto: 1001001 "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE FUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA, AYACUCHO 2019"

Subproyecto: 001 CONCRETO CON 1% DE FUZOLANA VOLCÁNICA Fecha presupuesto: 30/03/2019

Ítem: 01.01.01 CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>

Rendimiento	m <sup>3</sup> /DÍA	MO. 10.0000	DQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>			631.04
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$
<b>Mano de Obra</b>							
0101010001	OPERARIO		hh	2,000	1,600	24.22	38.75
0101010004	OFICIAL		hh	2,000	1,600	19.12	38.59
0101010005	PEON		hh	10,000	8,000	17.28	138.24
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2,000	1,600	26.16	41.86
							<b>249.44</b>
<b>Materiales</b>							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m <sup>3</sup>		0.540	45.00	24.30
02070200010002	ARENA GRUESA		m <sup>3</sup>		0.530	25.00	13.25
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m <sup>3</sup>		0.180	2.00	0.37
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		10.000	31.50	315.00
							<b>352.92</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1,000	249.44	7.40
030121000100001	WINCHE ELECTRICO 1.5 HP DE DOS BALDES		hm	1,000	0.800	16.00	12.80
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1,000	0.800	5.50	4.40
03012900010002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (3 HP)		hm	1,000	0.800	5.00	4.00
							<b>28.60</b>

310 Página: 2

### Análisis de precios unitarios

Proyecto: 1001001 "INFLUENCIA DE ADICIÓN DE FUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUAMANGA, AYACUCHO 2019"

Subproyecto: 001 CONCRETO CON 1% DE FUZOLANA VOLCÁNICA Fecha presupuesto: 30/03/2019

Ítem: 01.01.01 CONCRETO Fc=210 kg/cm<sup>2</sup>

Rendimiento	m <sup>3</sup> /DÍA	MO. 10.0000	DQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>			622.04
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$
<b>Mano de Obra</b>							
0101010001	OPERARIO		hh	2,000	1,600	24.22	38.75
0101010004	OFICIAL		hh	2,000	1,600	19.12	38.59
0101010005	PEON		hh	10,000	8,000	17.28	138.24
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	2,000	1,600	26.16	41.86
							<b>249.44</b>
<b>Materiales</b>							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m <sup>3</sup>		0.540	45.00	24.30
02070200010002	ARENA GRUESA		m <sup>3</sup>		0.530	25.00	13.25
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m <sup>3</sup>		0.180	2.00	0.37
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.700	31.50	305.55
0213010000	FUZOLANA VOLCÁNICA (42.5 kg)		bol		0.300	1.30	0.45
							<b>343.92</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1,000	249.44	7.40
030121000100001	WINCHE ELECTRICO 1.5 HP DE DOS BALDES		hm	1,000	0.800	16.00	12.80
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1,000	0.800	5.50	4.40
03012900010002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (3 HP)		hm	1,000	0.800	5.00	4.00
							<b>28.60</b>

## Análisis de precios unitarios

Proyecto:		480100		"INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA, AYACUCHO 2025"			
Subproyecto:		00		CONCRETO CON 5% DE PUZOLANA VOLCÁNICA			
Fecha:		01.01.01 CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		Fecha presupuesto: 30/09/2025			
Escala:		m/DÍA MO: 10.0000 EJ: 10.0000		Costo unitario directo por: m <sup>3</sup> 816.04			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hb	2,000	1,600	24.22	38.75	
0101010004	OFICIAL	hb	2,000	1,600	19.12	30.59	
0101010005	PEÓN	hb	10,000	8,000	17.28	138.24	
0101010006002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hb	2,000	1,600	26.16	41.86	
						<b>249.44</b>	
<b>Materiales</b>							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m <sup>3</sup>		0.540	45.00	24.30	
02070200010002	ARENA ORLESA	m <sup>3</sup>		0.530	25.00	13.25	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m <sup>3</sup>		0.186	2.00	0.37	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.500	31.50	299.25	
0213010000	PUZOLANA VOLCÁNICA (42.5 kg)	bol		0.500	1.50	0.75	
						<b>337.92</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	sum		3,000	249.44	748	
03012100030001	WINCHE ELÉCTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1,000	0.800	16.00	12.80	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP (1.25")	hm	1,000	0.800	5.50	4.40	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P <sup>3</sup> (9 HP)	hm	1,000	0.800	5.00	4.00	
						<b>28.68</b>	

## Análisis de precios unitarios

Proyecto:		480100		"INFLUENCIA DE ADICIÓN DE PUZOLANA VOLCÁNICA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , HUAMANGA, AYACUCHO 2025"			
Subproyecto:		00		CONCRETO CON 7% DE PUZOLANA VOLCÁNICA			
Fecha:		01.01.01 CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		Fecha presupuesto: 30/09/2025			
Escala:		m/DÍA MO: 10.0000 EJ: 10.0000		Costo unitario directo por: m <sup>3</sup> 810.04			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio \$	Parcial \$	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hb	2,000	1,600	24.22	38.75	
0101010004	OFICIAL	hb	2,000	1,600	19.12	30.59	
0101010005	PEÓN	hb	10,000	8,000	17.28	138.24	
0101010006002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hb	2,000	1,600	26.16	41.86	
						<b>249.44</b>	
<b>Materiales</b>							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m <sup>3</sup>		0.540	45.00	24.30	
02070200010002	ARENA ORLESA	m <sup>3</sup>		0.530	25.00	13.25	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m <sup>3</sup>		0.186	2.00	0.37	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.300	31.50	292.05	
0213010000	PUZOLANA VOLCÁNICA (42.5 kg)	bol		0.700	1.50	1.05	
						<b>331.02</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	sum		3,000	249.44	748	
03012100030001	WINCHE ELÉCTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	1,000	0.800	16.00	12.80	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP (1.25")	hm	1,000	0.800	5.50	4.40	
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P <sup>3</sup> (9 HP)	hm	1,000	0.800	5.00	4.00	
						<b>28.68</b>	

## Anexo 13: Panel fotográfico

### Panel fotográfico 01: Cantera de agregados



**Figura 01-02.** Se observa la cantera de agregados, ubicados en el río Chillico, Huamanga Ayacucho.

*Panel fotográfico 02: Ensayo para las propiedades físicas de los agregados*



**Figura 01-02.** Se observa el ensayo de cuarteo de los agregados en el laboratorio, con fines de encontrar las propiedades para el diseño de mezcla.

**Panel fotográfico 03: Ensayo para las propiedades físicas de la puzolana volcánica**



**Figura 01-02.** Se observa la cantera de la puzolana volcánica (Pacaycasa – Quiucho) y el ensayo de cuarteo.

*Panel fotográfico 04: Ensayo para las propiedades químicas de la puzolana volcánica*



*Figura 01-02.* Se aprecia el ensayo químico de la puzolana volcánica en el laboratorio, ensayo de combinaciones de soluciones químicas.

**Panel fotográfico 05: Ensayo de la resistencia a compresión del concreto**



**Figura 01-02.** Se observa las probetas y el ensayo de resistencia a compresión del concreto de control a los 28 días.

**Panel fotográfico 06: Ensayo a resistencia a flexión del concreto**



**Figura 01-02.** Se observa las vigas y el ensayo de resistencia a compresión del concreto con 5% de puzolana volcánica a los 28 días.

## Anexo 14: Normativas

### I. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

**Tabla 1**

*Requerimientos de granulometría del agregado grueso*

Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados												
	190µm (4")	90µm (20")	75µm (3")	60µm (2 1/2")	50µm (2")	37,5µm (1 1/2")	30µm (1")	25µm (3/4")	11,5µm (3/8")	7,5µm (3/4")	4,75µm (Nº4)	2,36µm (Nº6)	1,18µm (Nº16)
90 mm a 37,5 mm ( 3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	—	75 a 90	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
63 mm a 37,5 mm ( 2 1/2" a 1 1/2")	—	—	100	90 a 100	55 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
50 mm a 25 mm ( 2" a 1")	—	—	—	100	90 a 100	55 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
30 mm a 4,75 mm ( 2" a 3/4")	—	—	—	100	95 a 100	—	55 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—
37,5 mm a 19 mm ( 1 1/2" a 3/4")	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—
37,5 mm a 4,75 mm ( 1 1/2" a 3/4")	—	—	—	—	100	95 a 100	—	55 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—
25 mm a 12,5 mm ( 1" a 1/2")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—
25 mm a 9,5 mm ( 1" a 3/8")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—
25 mm a 4,75 mm ( 1" a 3/4")	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 65	—	0 a 10	0 a 5	—
19 mm a 9,5 mm ( 3/4" a 3/8")	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—
19 mm a 4,75 mm ( 3/4" a 3/4")	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—
12,5 mm a 4,75 mm ( 1/2" a 3/4")	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—
9,5 mm a 2,36 mm ( 3/8" a 3/16")	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

*Fuente: extraída (NTP.400.037-2018).*

**Tabla 2**

*Límites para sustancias deletéreas en el agregado grueso*

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5,0
Material más fino que la malla normalizada 75 µm (No. 200)	1,0 <sup>A</sup>
Horsteno (menos de 2,40 de densidad)	5,0 <sup>B</sup>
Carbón y lignito: Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante.	0,5
Otros concretos	1,0

A. Este porcentaje podrá ser aumentado a 1.5% si el material este esencialmente libre de limos y arcillas.  
B. Solo en casos de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesto a congelación y deshielo en presencia de humedad)

*Fuente: Extraída de NTP 400.037(2018).*

**Tabla 3***Resistencia mecánica del agregado grueso*

Métodos alternativos	No mayor que
Abrasión (Método los Ángeles)	50%
Valor de impacto del agregado (VIA)	30%

*Fuente: Extraída de NTP 400.037(2018).***Tabla 4***Masa de carga dependiendo de la gradación y esferas*

Gradación	Numero de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	8	3330±20
D	6	2500±15

*Fuente: Extraída de NTP 400.019***Tabla 5***gradación de las muestras de ensayo*

Tamiz mm (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	1250 ± 25	.....	.....	.....
19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
9,5 mm (3/8 pulg)	6,3 mm (¼ pulg)	.....	.....	2500 ± 10	.....
6,3 mm (¼ pulg)	4,75 mm (N°4)	.....	.....	2500 ± 10	.....
4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	.....	.....	.....	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

*Fuente: extraída (NTP.400.019).*

$$\text{Desgaste (\%)} = \frac{(C - Y)}{C} * 100$$

Donde:

C= es la masa original de la muestra de ensayo en gramos

Y= es la masa final de la muestra de ensayo en gramos

**Tabla 6**

Granulometría del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4, 75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1, 18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Fuente: obtenida (NTP.400.037-2018).

**Módulo de fineza del agregado fino:**

$$MF = \frac{\% \text{ Retenido acumulado (3,1 1/2", 3/4", 3/8", No4, No8, No16, No30, No50, No100)}}{100}$$

**Peso unitario de los agregados (ASTM C – 29/MTC E203):**

El peso unitario suelto y varillado se calcula con las siguientes formulas respectivamente.

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

$$M = (G - T)F$$

M = Peso unitario del agregado kg/m<sup>3</sup>

G = Peso del recipiente de medida con agregado kg

T = Peso del recipiente Kg

V = Volumen del recipiente m<sup>3</sup>

F = Factor del recipiente m-3

**Peso específico y absorción en agregados gruesos (NTP 400.021)**

**Peso específico de masa ( $P_{em}$ )**

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Peso específico de masa saturada con superficie seca ( $P_{esss}$ )

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

Peso específico aparente ( $P_{ea}$ )

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

**Absorción ( $A_b$ )**

$$A_b(\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

A = Peso de la muestra seca al aire, gr

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gr

C = Peso en el agua de la muestra saturada

**Peso específico y absorción en agregados finos (NTP 400.022)**

**Peso específico de masa ( $P_{em}$ )**

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} * 100$$

Peso específico de masa saturada con superficie seca ( $P_{esss}$ )

$$P_{esss} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

Peso específico aparente ( $P_{ea}$ )

$$P_{ea} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} * 100$$

**Absorción ( $A_b$ )**

$$A_b(\%) = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

$W_o$  = Peso de la muestra seca al horno, gr

V = Volumen del frasco, cm<sup>3</sup>

$V_a$  = Agua añadida al frasco, cm<sup>3</sup>

## II. TABLAS PARA DISEÑO DE MEZCLA

**Tabla 7**

*Calculo de la resistencia promedio*

<b>R<sub>m</sub> = Resistencia promedio</b>	
<b>F'<sub>c</sub></b>	<b>F'<sub>cr</sub></b>
< 210	F' <sub>c</sub> + 70
210 a 350	F' <sub>c</sub> + 84
> 350	F' <sub>c</sub> + 98

*Fuente: confeccionada por el comité ACI*

**Tabla 8**

*Selección de asentamiento*

<b>TIPO DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>Asentamiento</b>	
	<b>máximo</b>	<b>mínimo</b>
Zapatas y Muros de cimentación Armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

El asentamiento puede incrementarse en 1" si se emplea un método de consolidación diferente a la vibración

*Fuente: confeccionada por el comité ACI*

**Tabla 9**

*Volumen unitario de agua*

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

*Fuente: confeccionada por el comité ACI*

**Tabla 10***Contenido de aire atrapado*

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

*Fuente: confeccionada por el comité ACI***Tabla 11***Contenido de aire incorporado*

Tamaño Máximo Nominal	Contenido de aire Total en %		
	Exposición suave	Exposición moderada	Exposición severa
3/8 "	4.5	6.0	7.5
1/2 "	4.0	5.5	7.0
3/4 "	3.5	5.0	6.0
1 "	3.0	4.5	6.0
1 1/2 "	2.5	4.5	5.5
2 "	2.0	4.0	5.0
3 "	1.5	3.5	4.5
6 "	1.0	3.0	4.0

*Fuente: confeccionada por el comité ACI***Tabla 12***Relación agua – cemento por resistencia*

f' cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.34
450	0.38	0.31

*Fuente: confeccionada por el comité ACI*

**Tabla 13***Relación agua – cemento por durabilidad. Concreto expuesto a soluciones de sulfatos*

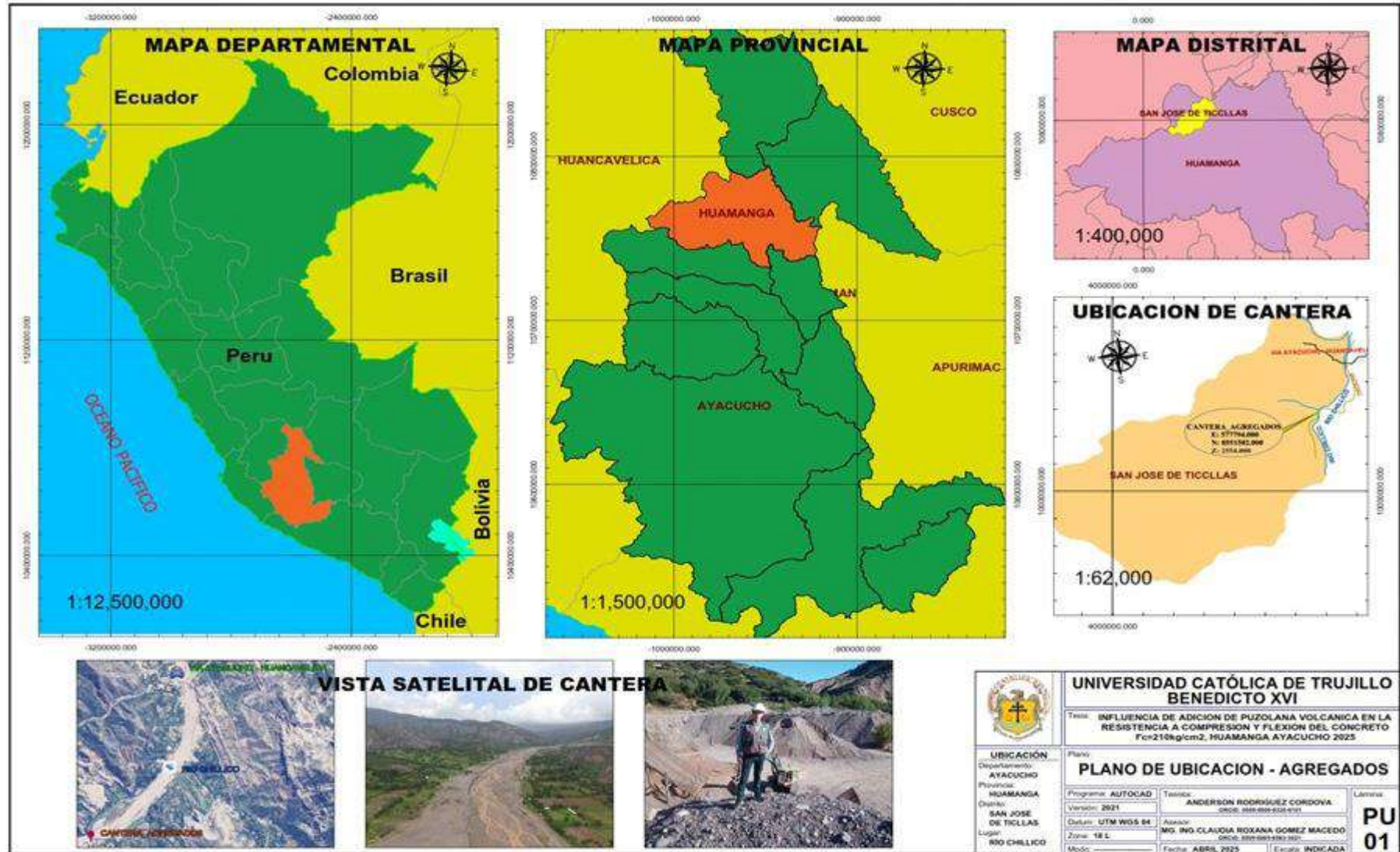
Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua, presente en el suelo con SO4 % en Peso	Sulfato en Agua, como SO4 ppm	Cemento Tipo	Relación W/C máxima, en peso. En concretos con agregado de peso normal
Despreciable	0.00 - 0.10	0 - 150	-	-
moderada	0.10 - 0.20	150 - 1500	11 - 1P -1PM	0.5
severa	0.20 - 2.00	1500 - 10000	V	0.45
muy severa	sobre - 2.00	sobre - 10000	V + puzolana	0.45

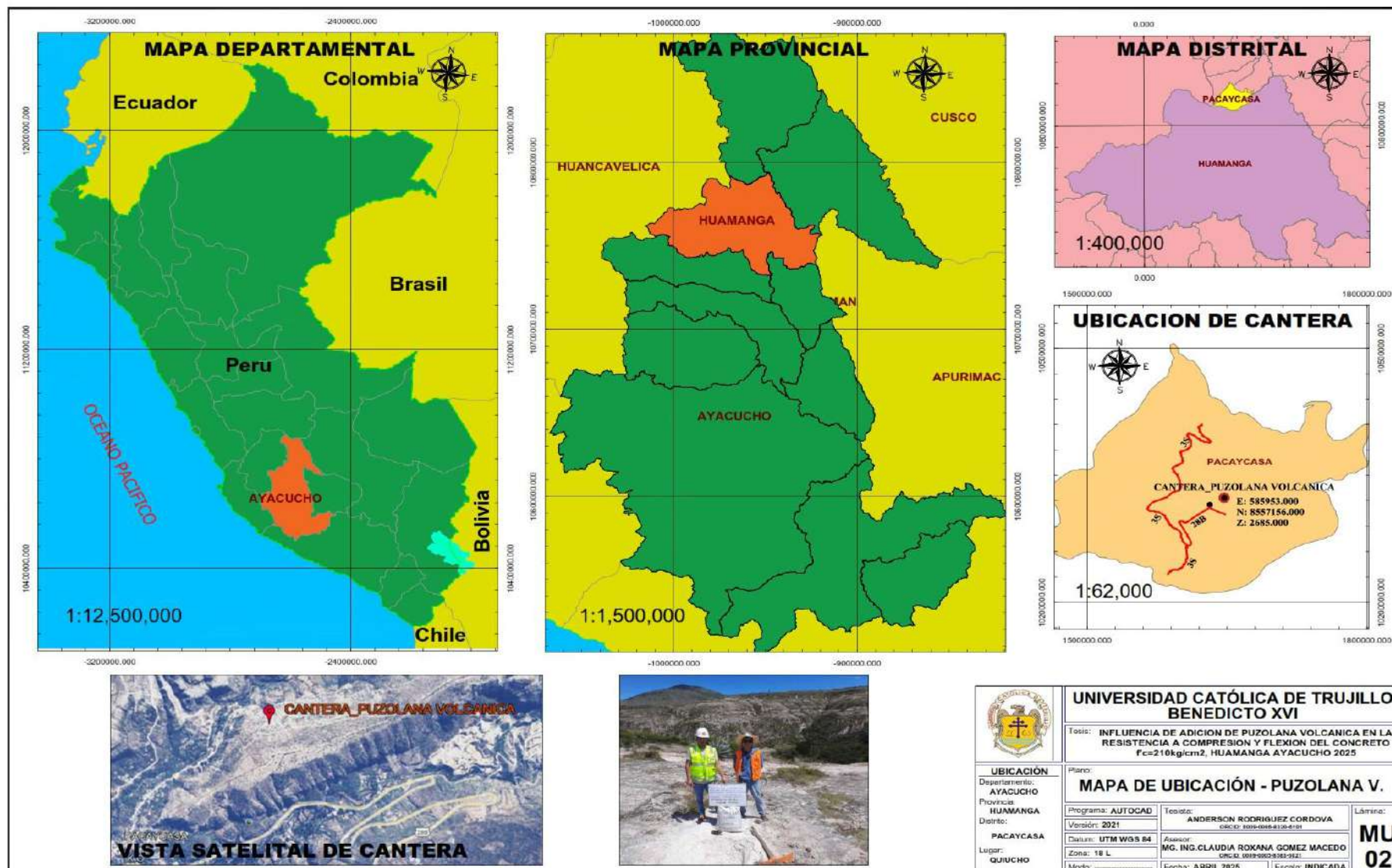
*Fuente: confeccionada por el comité ACI***III. OTRAS NORMATIVAS****Tabla 14***Normas utilizadas en el desarrollo de la tesis*

AGREGADOS	
ENSAYOS	NORMAS
Contenido de humedad	ASTM D2216/MTC E108
Peso unitario	ASTM C-29/MTC E203
Peso específico Y Absorción ag. fino	NTP 400.022
Peso específico Y Absorción ag. grueso	NTP 400.021
Análisis granulométrico	ASTM C136/MTC E204
Desgaste de los ángeles	NTP 400.019
Peso unitario del concreto	ASTM C 138
PUZOLANA VOLCANICA	
Contenido de humedad	ASTM D2216/NTP 339.127
Peso unitario	-
Limites de consistencia	ASTM D-4318
Análisis granulométrico	ASTM D6913/D6913M-17
Gravedad específica	ASTM D854/NTP 339.131
ENSAYO DE RESISTENCIA	
Compresión	ASTM C39/NTP 339.034/MTC E704
Flexión	ASTM C78

*Fuente: Distintas normas*

Anexo 15: Planos







### ESQUEMA DE LOCALIZACION

ESC: 1/10000

ZONIFICACIÓN : ZA (ZONA URBANA)

SECTOR : (APROVISA)

DEPARTAMENTO : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : SAN JUAN BAUTISTA  
 NORTE : 8543541.880  
 ESTE : 586454.710  
 ALTURA : 2756.000  
 LATITUD : -13.173485  
 LONGITUD : -74.202217  
 ZONA : 18 L

#### MEDIDAS DEL TERRENO

Nº	Descripción	Angulo	Distancia	Area	Perimetro
1	V-1	108.6°	25.71 m	255.00 m <sup>2</sup>	65.40 m
2	V-2	92.2°	8.99 m		
3	V-3	91.2°	25.78 m		
4	V-4	121.6°	4.55 m		
5	V-5	126.4°	7.17 m		



**UBICACION**  
 Departamento: AYACUCHO  
 Provincia: HUAMANGA  
 Distrito: S.J. BAUTISTA  
 Lugar: APROVISA

#### UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO BENEDICTO XVI

TÍTULO: PLANIFICACION DE OBRAS DE PAVIMENTACION EN LA RESERVA A COMERCIALIZACION Y PLAZA DEL CONCRETO PLUS SINGAPORE, PERUAMANGA & AYACUCHO 2025

PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION

UBICACION: AV. 9 DE DICIEMBRE - APROVISA - AYACUCHO

TESISTA: ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA

ASESOR: MGR. ING. CLAUDIA ROXANA GOMEZ MACEDO

PROGRAMA: AUTOCAD DATUM: UTM WGS 84 ZONA: 18 L

DESBORO: ARC FECHA: ABRIL 2025 ESCALA: INDICADA

LIBRERA: **UL-01**

Anexo 16: Certificados de calibración de los equipos



**PINZUAR** LTDA  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

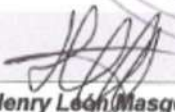


**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 314**

Pag. 1 de 2

<b>INSTRUMENTO</b> <i>Instrument</i>	CAZUELA CASAGRANDE DIGITAL
<b>MARCA</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR LTDA.
<b>MODELO</b> <i>Model</i>	PS - 111
<b>NUMERO DE SERIE</b> <i>Identification number</i>	0204
<b>RANGO DE MEDICIÓN</b> <i>Measurement range</i>	Ver Tabla de resultados
<b>SOLICITANTE</b> <i>Customer</i>	INGEOREXA E.I.R.L.
<b>DIRECCIÓN</b> <i>Address</i>	AV. 9 DE DICIEMBRE 502 SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO - HUAMANGA
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	AYACUCHO
<b>FECHA DE VERIFICACIÓN</b> <i>Verification date</i>	2024 - 12 - 14
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b> <i>Date of Issue</i>	2024 - 12 - 14
<b>NÚMERO DE PAGINAS DEL INFORME INCLUYENDO ANEXOS</b> <i>Number of pages of this certificate and documents attached</i>	02

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signatures*

  
**Henry León Masgo**  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

  
**INGEOREXA E.I.R.L.**  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA  
REGISTRO MTC DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
Consultor de Ingeniería y Concreto  
Ingeniería Civil, I.P. N° 55327



**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 314**

Pag. 2 de 2.

**Instrumento/tipo:** CAZUELA CASAGRANDE DIGITAL  
**Fabricante:** PINZUAR LTDA.  
**Modelo :** PS – 111  
**Serie :** 0204  
**Rango de medición** Ver Tabla de resultados  
**Sitio de Verificación** Laboratorio Metrología Pinzuar Ltda.  
**Patrón de verificación** Pie de Rey Digital  
**Trazabilidad** Certificado L – 10936 de Pinzuar Ltda  
**Método de verificación** Comparación Directa  
**Documento de Referencia** ASTM D 4318

TABLA DE RESULTADOS		
Cazuela		
Letra*	Especificación	Valor Medido
	mm	mm
A	54 ± 0.5	53.8
B	2 ± 0.1	1.95
C	27 ± 0.5	27,17
N	24	24
K	50 ± 2	51,45
L	150 ± 2	149,9
M	125 ± 2	124,52

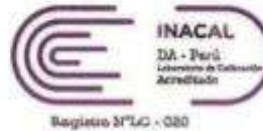
\* La incertidumbre máxima encontrada en la medición de dimensiones es 12 µm para un factor de cobertura k=2.

*Nota: Este Certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento*

Fin Del Documento

  
**Henry León Masjo**  
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor de Suelos y Concreto  
 Ingeniero Civil, P. N° 53327



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-202

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	PESA NO NORMALIZADA
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
Modelo <i>Model</i>	NO INDICA
Número de Serie <i>Serial Number</i>	NO INDICA
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA
Intervalo Calibrado <i>Calibrated Range</i>	0,5 kg - 16 kg
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOREXA E. I. R. L.
Dirección <i>Address</i>	AV. 9 DE DICIEMBRE 502 SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO - HUAMANGA
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO
Fecha de Recepción <i>Date of Receipt</i>	2024 - 12 - 17
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2024 - 12 - 17
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2024 - 12 - 17

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

03

Se le aprueba al Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los datos del certificado no se han de tergiversar. Los certificados de calibración de este tipo no son válidos.

We have approved the Metrology Laboratory Pinzuar Ltda. The report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the data of the certificate are not taken out of context. Unique calibration certificate are not valid.

**Firmas Autorizadas**

Autoridad signataria:

**HENRY JULIO LEÓN MASGO**  
Métrologo Laboratorio de Metrología

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Gerente General  
INGEOREXA E. I. R. L.  
INGENIERIA DE DISEÑO Y CONTROL DE CALIDAD

IMP-06-F-01 Rev. 1.2

**DATOS TÉCNICOS**

<b>Lugar de Calibración</b>	Laboratorio de Metrología PINZUAR Ltda. (Masa)
<b>Método Empleado</b>	Comparación directa, utilizando el esquema de pesaje ABBA.
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA
<b>Identificación Interna</b>	NO INDICA
<b>Clase de Exactitud</b>	NO INDICA
<b>Número de Pesas</b>	9
<b>Almacenamiento</b>	NO INDICA
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas Cilíndricas F1
<b>Certificado No.</b>	M-1917 Unión Metroológica / M-5717 Pinzuar Ltda.
<b>Documento de Referencia</b>	NTC 1848:2007
<b>Procedimiento Interno</b>	

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

El valor de la masa convencional de cada peso fue determinado por el método de comparación con pesas patrón, usando el esquema de doble sustitución de pesas, método ABBA. El error máximo permisible de la(s) pesa(s) calibrada(s) se establece de acuerdo a su clase de exactitud. La tabla 1 presenta la masa convencional encontrada.

**1. TABLA DE RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Valor Nominal	Identificación / Marca	Masa Convencional	Material	Densidad	Error Máximo	Incertidumbre Expandida
500 g	Ninguna	500 g + 300 mg	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	250 mg	83 mg
1 kg	Ninguna	1 kg + 1,90 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 0,96 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 1,94 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	500 mg	0,17 g
1 kg	Ninguna	1 kg + 0,94 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	500 mg	0,17 g
4 kg	Ninguna	4 kg + 0,35 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	2500 mg	0,83 g
4 kg	Ninguna	4 kg + 1,93 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	2500 mg	0,83 g
4 kg	Ninguna	4 kg + 0,62 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	2500 mg	0,83 g
16 kg	Ninguna	16 kg - 1,9 g	Hierro Fundido (gris)	7 100 kg/m <sup>3</sup>	10000 mg	3,33 g

IMPC-08-F-06 Rev. 7.0



**INGENIERIA E.I.R.L.**  
**INGENIERIA GEOTECNICA**  
INSTRUMENTACIÓN DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Calle de la Industria y Comercio  
S/N - Urb. Los Olivos - Lima 18

### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se ejecutó dentro de las siguientes condiciones ambientales

Temperatura Máxima:	20,4 °C	Temperatura Mínima:	20,1 °C
Humedad Máxima:	80 %	Humedad Mínima:	58 %
Presión Máxima:	1000,0 hPa	Presión Mínima:	1000,0 hPa

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

La incertidumbre expandida declarada en la tabla de resultados de la página dos se calculó con un  $k=2$ . Todo lo anterior basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008 and el anexo C de la norma NTC 1848:2007.

### TRAZABILIDAD

Los patrones del laboratorio de metrología de Pinzuar Ltda. han sido trazados al Sistema Internacional de Unidades S.I.

### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. M - 202

LM-PC-06-F-01 Rev. 7.0

**WALTONIXA E.I.R.L.**  
Ingeniería y Mantenimiento de Instrumentos de Medición  
Pin de Calibración No. M-202  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Calibrador de Instrumentos y Controlador  
Ingeniero en Instrumentación y Control

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura****T-26501-006 R0**

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Página / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PG-2002	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	144	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	No presenta	
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	30 °C a 250 °C	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGEOREXA E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	AV. 9 DE DICIEMBRE 502 SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO - HUAMANGA	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of Calibration</i>	2025 - 03 - 03	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2025 - 03 - 10	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad de que los resultados de los certificados de calibración en firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the results of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan el Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

**Ing. Francisco Durán Romero**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

INGEOREXA E.I.R.L.  
 CONSULTORÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD  
 JAVIER HERNANDEZ PERALTA  
 Consultor en Metrología y Calidad  
 Impulso N° 00327

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 601) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



**T-26501-006 R0**

Page / Pág 2 de 3

**DATOS TÉCNICOS**

**Método Empleado** Comparación Directa  
**Documento de Referencia** DAKKS DKD-R 5 - 7 Kalibrierung von Klimaschränken Ausgabe 09/2018  
**Resolución** 0,01 °C  
**Patrón(es) de referencia** Termómetro Digital  
**Certificado de Calibración** T-24241-002 R0 de Pinzuar  
**Volumen útil** 120 Litros

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se estableció que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas definidas del Método. A) Calibración realizada en el volumen útil abarcado por la ubicación de los sensores en un medio isotermo aire sin carga

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{p=95,45}$ %
110,1	110,0	0,1	3,2	2,0

Tabla 1. Resultados de la calibración



Gráfica 1. Ubicación de los sensores

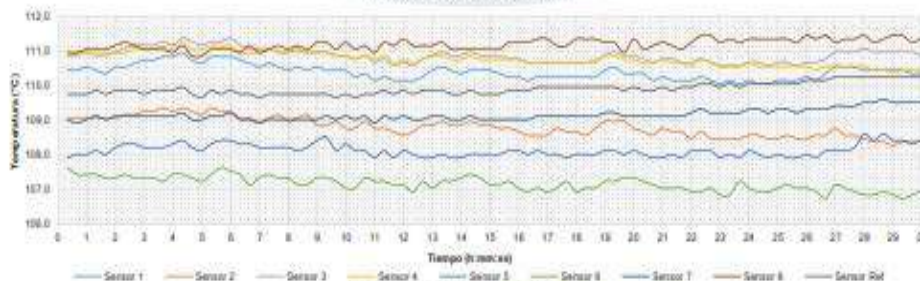
**Resultados de la Caracterización para 110 °C**

Set Point <sup>1</sup> °C	Estabilidad del Medio <sup>2</sup> °C	Uniformidad del Medio <sup>3</sup> °C	Efecto de Radiación <sup>4</sup> °C	Efecto de Carga <sup>5</sup> °C
110,00	0,343	2,746	0,078	-----

Tabla 2. Resultados de la caracterización

Sensor de Referencia °C	Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C
109,912	110,387	108,803	110,867	110,787	108,124	107,166	109,154	111,186

Tabla 3. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. Estabilidad y uniformidad del medio

LMPC-21-F-01-08.1

**MICORRISA E.I.R.L.**  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA  
 CONSULTORÍA EN TIERRAS Y CONCRETOS  
 CARRERA 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C.  
 Teléfono: (+57 601) 745 4555  
 Celular: (+57 316) 538 5810  
 Correo: info@micorrisa.com.co  
 Web: www.micorrisa.com.co  
 NIT: 900.000.000.000  
 C.C.P.A. No. 110327

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Ingeniería y Concreto  
 Ingeniero Civil C.C.P.A. No. 55327

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

## LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
www.pinzuar.com.co



**T-26501-006 R0**

Page / Pág 3 de 3

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

#### Definiciones

- <sup>1</sup> Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- <sup>2</sup> Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>3</sup> Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- <sup>4</sup> Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- <sup>5</sup> Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

#### CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue ÁREA DE SECADO DE MUESTRA ; INGEPARCH S.A.C. ; AYACUCHO . Durante la calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima 29,0 °C  
Temperatura Mínima 28,0 °C

Humedad Máxima 30 %HR  
Humedad Mínima 28 %HR

#### INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95 % y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

#### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



#### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. El número de puntos de calibración, cantidad de sensores y su ubicación son acordados y aceptados por el cliente
3. El volumen útil o Zona de trabajo donde es válida la caracterización es acordada con el cliente.
4. Se adjunta la etiqueta de calibración **No. T-26501-006**

Fin del Documento

INGENIERÍA E.I.R.L.  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA  
CONSULTORÍA EN OBRAS DE ACERO Y CONCRETO  
  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
Consultor en Acero y Concreto  
Ingeniero Profesional IP No. 55327

LMP-PC-21-F-01-08.1

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza****F-28703-001 R0**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PRENSA HIDRAULICA PARA ROTURA DE TESTIGO DE CONCRETO
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-42
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	497
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	No presenta
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGEOREXA E.I.R.L.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	AV. 9 DE DICIEMBRE 502 SAN JUAN BAUTISTA MZ I LOTE 18-AYACUCHO - HUAMANGA
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2024 - 11 - 11
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2024 - 11 - 18

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**

06

*Number of pages of the certificate and documents attached*

Si la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad de que los resultados de la calibración se hacen de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the results of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan el Certificado***Signatures Authorizing the Certificate*

**Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

**Tsg. Francisco Durán Romero**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

**INGEOREXA E.I.R.L.**  
 CONSULTORÍA DE INGENIERÍA DE CONCRETO  
 CALLE 104 B NO. 18-26 BOGOTÁ D.C.  
 T: +57 (60) 1 745 4555  
**JAVIER PAREZ PERALTA**  
 Consultor de Ingeniería y Concreto  
 Ingeniería E.I.R.L. N° 55327

LMP-02-F-01 R026

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 16 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co

**F-28703-001 RO**

Pág. 2 de 6

**DATOS TÉCNICOS****Máquina de Ensayo Bajo Calibración**

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kN
Resolución	0,01 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	2 kN

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

**Tabla 1.**

Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1,2 y 3</sub> kN
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> <sup>1</sup>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	Promedio	
	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica ---	Ascendente kN	No Aplica ---		
20	200,00	200,36	200,25	---	200,40	---	200,34
40	400,00	399,10	399,53	---	399,62	---	399,42
60	600,00	599,19	598,99	---	599,05	---	599,08
80	800,00	798,56	798,19	---	798,10	---	798,28
100	1 000,00	998,80	998,20	---	998,08	---	998,36

LM-PC-08-F-01 R12.6

**INGENIERÍA E.I.R.L.**  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA  
 CONSULTORÍA EN OBRAS DE OBRAS DE OBRAS  
  
**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Obra y Concreto  
 Ingeniero C.R.P. N° 55327

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 16 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



**F-28703-001 R0**

Pág. 3 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 2.**

Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

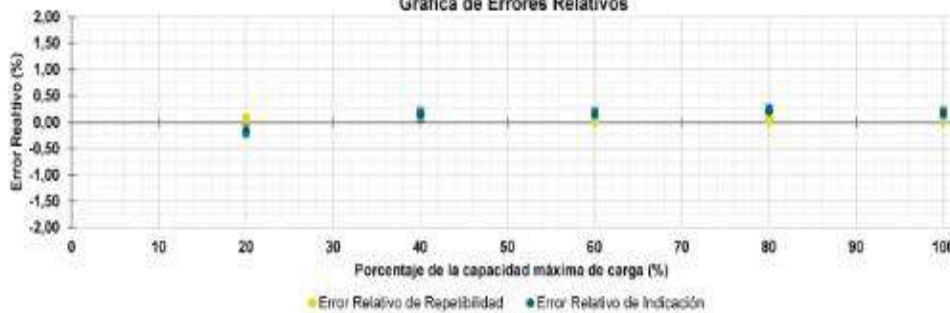
$f_{0,01}$ %	$f_{0,02}$ %	$f_{0,03}$ %	$f_{0,04}$ %
0,010	0,008	---	0,007

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa a	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ -----
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	v		U	%	
	q	b	%					
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20	200,00	-0,17	0,07	---	0,005	0,22	0,11	2,12
40	400,00	0,15	0,13	---	0,003	0,49	0,12	2,85
60	600,00	0,15	0,03	---	0,002	0,66	0,11	2,04
80	800,00	0,22	0,06	---	0,001	0,88	0,11	2,20
100	1 000,00	0,16	0,07	---	0,001	1,1	0,11	2,37

**Gráfica de Errores Relativos**



**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue AREA DE CONCRETO de la empresa INGEPARCH S.A.C. ubicada en AYACUCHO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,4 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	29,1 °C
Humedad Relativa Máxima:	38 % HR	Humedad Relativa Mínima:	35 % HR

LMPC-05-P-01 R12.6



**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 · 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



**F-28703-001 R0**

Pág. 4 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 4.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	...	R <sup>2</sup>
9,85200 E-01	9,97010 E-01	-2,68571 E-06	3,02083 E-09	0,00000 E-00	1,00000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada ( kN )

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
200,00	200,30	210,27	220,23	230,19	240,15
250,00	250,12	260,08	270,04	280,00	289,97
300,00	299,93	309,89	319,85	329,81	339,78
350,00	349,74	359,70	369,66	379,63	389,59
400,00	399,55	409,52	419,48	429,44	439,41
450,00	449,37	459,34	469,30	479,27	489,23
500,00	499,20	509,16	519,13	529,10	539,06
550,00	549,03	559,00	568,97	578,94	588,91
600,00	598,86	608,85	618,82	628,79	638,76
650,00	648,74	658,71	668,68	678,66	688,64
700,00	698,61	708,59	718,57	728,55	738,53
750,00	748,51	758,49	768,47	778,45	788,44
800,00	798,42	808,41	818,39	828,38	838,37
850,00	848,36	858,35	868,34	878,33	888,33
900,00	898,32	908,32	918,31	928,31	938,31
950,00	948,31	958,31	968,31	978,32	988,32
1 000,00	998,33				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
200,00	200,34	200,30	- 0,03
400,00	399,42	399,55	0,14
600,00	598,06	598,66	- 0,20
800,00	798,28	798,42	0,14
1 000,00	998,36	998,33	- 0,03

LMPC-05-P-01 R12.6

**INGENIERIA S.L.R.L.**  
 INGENIERIA GEOTECNICA  
 CONSULTORIA EN MATERIA DE SUELOS Y CONCRETO  
**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor en Ingeniería Civil y Concreto  
 Ingeniero No. 2.181.25123

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



**F-28703-001 RO**

Pág. 5 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (N) = 9,806 65 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

**Tabla 7.**  
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S <sub>1,2 y 3</sub> kgf
		S <sub>1</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> ' No Aplica ----	S <sub>3</sub> Ascendente kgf	S <sub>4</sub> No Aplica ----	
%	kgf						
20	20 394,3	20 431,0	20 419,8	----	20 435,1	----	20 428,6
40	40 788,6	40 696,9	40 740,7	----	40 749,9	----	40 729,2
60	61 183,0	61 100,4	61 080,0	----	61 086,1	----	61 088,8
80	81 577,3	81 430,5	81 392,7	----	81 383,6	----	81 402,3
100	101 971,6	101 849,3	101 788,1	----	101 775,8	----	101 804,4

**Tabla 8.**  
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada		Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k <sub>p = 95 %</sub> -----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kgf	%	
%	kgf							
20	20 394,3	-0,17	0,07	----	0,005	22	0,11	2,12
40	40 788,6	0,15	0,13	----	0,003	50	0,12	2,65
60	61 183,0	0,15	0,03	----	0,002	67	0,11	2,04
80	81 577,3	0,22	0,06	----	0,001	90	0,11	2,20
100	101 971,6	0,16	0,07	----	0,001	112	0,11	2,37

LM-PC-05-F-01 R12.6



**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 · 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co

**F-28703-001 RO**

Pág. 5 de 6

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,649$  y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

**TRAZABILIDAD**

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**Instrumento Patrón**

<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN.
<b>Modelo</b>	KAL-1MN.
<b>Clase</b>	1,0.
<b>Número de Serie</b>	017401.
<b>Certificado de Calibración</b>	5516 del INM.
<b>Próxima Calibración</b>	2023-12-09.

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

**OBSERVACIONES**

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-28703-001

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas****M-26501-007 R0**

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	R21PE30	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	8340110272	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	No Presenta	
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum Load</i>	30000 g	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGEOREXA E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	AV. 9 DE DICIEMBRE 502 SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO - HUAMANGA	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2025 - 02 - 21	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2025 - 02 - 28	

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos** 04  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, se debe preservar la integridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
 Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it preserves the integrity of the parts of the certificate taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**JAVIER RAFAEL PERALTA**  
 Consultor de Metrología y Control de Calidad

**Firmas que Autorizan el Certificado**  
*Signatures Authorizing the Certificate*

**Ing. Miguel Andrés Vela Avelaneda**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

**Tteg. Francisco Durán Romero**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LMP004-F01 R1.7

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 601) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



**M-26501-007 R0**

Page / Pág. 2 de 4

**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	8340110272
<b>Identificación Interna</b>	No Presenta
<b>Resolución</b>	1 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	20 g a 30000 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas
<b>Clase de exactitud</b>	F1 y F1
<b>Certificado No.</b>	M-23728-001 PINZUAR /CAP-481-21 WR Laboratorios / M-23728-002 PINZUAR /CAP-591-21 WR Laboratorios
<b>Documento de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/ig-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**

Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	$k^1_{p=95,45\%}$ -----
20,0	20	20	0,0	0,0	1,4	2,11
100,0	100	100	0,0	0,0	1,4	2,11
500,0	500	500	0,0	0,0	1,4	2,11
1 000,0	1 000	1 000	0,0	0,0	1,4	2,11
2 000,0	2 000	2 000	0,0	0,0	1,4	2,11
5 000,0	5 000	5 000	0,0	0,0	1,4	2,11
10 000,0	10 001	10 001	1,0	1,0	1,5	2,08
15 000,0	15 001	15 001	1,0	1,0	1,6	2,05
20 000,0	20 000	20 000	0,0	0,0	1,8	2,04
30 000,0	30 001	30 001	1,0	1,0	2,2	2,02

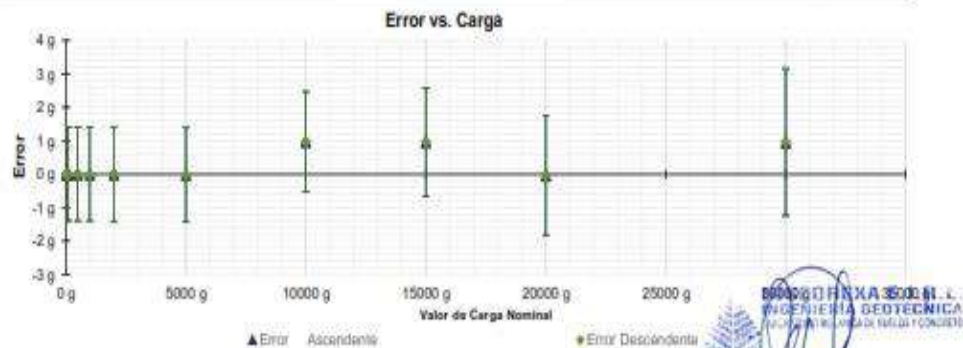


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
 LM-PC-246-01-07.7

INGENIERÍA EN MECÁNICA  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA  
 INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TUBERÍA Y CONCRETO

**JAVIER CHÁVEZ PERALTA**  
 Consultor en Mecánica y Concreto  
 Ingeniería Civil - N.º 11 53327

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**  
 Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 10000 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
-----	g	g
1	10 001	-----
2	10 000	- 1
3	10 000	- 1
4	10 001	0
5	10 001	0
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>1</b>

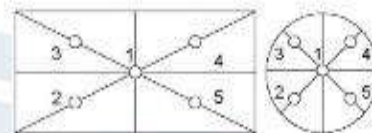


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**  
 Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	15000 g	30000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	15 000	30 001
2	15 001	30 000
3	15 001	30 000
4	15 000	30 000
5	15 000	30 000
6	15 001	30 000
7	15 000	30 000
8	15 001	30 000
9	15 000	30 000
10	15 000	30 000
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,52 g</b>	<b>0,32 g</b>

**INGENIERIA E.I.R.L.**  
**INGENIERIA GEOTECNICA**  
 ESPECIALIZADA EN OBRAS DE TERRENO Y CONCRETO

**JAVIER CHAVEZ PERALTA**  
 Consultor Geotécnico y Concreto  
 Ingeniero No. 110.171.55129

**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la calibración fue ÁREA DE PESAJE DE MUESTRA, INGEPARCH S.A.C., AYACUCHO. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

<b>Temperatura Máxima:</b>	25,5 °C	<b>Temperatura Mínima:</b>	25,3 °C
<b>Humedad Máxima:</b>	35 % HR	<b>Humedad Mínima:</b>	32 % HR
<b>Presión Barométrica Máxima:</b>	1004,0 hPa	<b>Presión Barométrica Mínima:</b>	1003,0 hPa

## LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
(+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
www.pinzuar.com.co



M-26501-007 R0

Page / Pág. 4 de 4

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 3,44 E-05 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,33 E-01 + 1,98 E-08 R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración. No. M-26501-007

IMP-24-F-01 R77

INGENIERÍA E.I.R.L.  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA  
SOLUCIONES EN MATERIA DE SUELO Y CONCRETO

Prácticamente

JAVIER CHAVEZ PERALTA  
Consumidor de Ingeniería y Construcción  
Ingeniería Civil, LP N° 55327

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

## Anexo 17: Reporte de Turnitin






### 14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

#### Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



### Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 11% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

<b>1</b>	Internet	repositorio.uct.edu.pe	3%
<b>2</b>	Internet	hdl.handle.net	3%
<b>3</b>	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
<b>4</b>	Trabajos del estudiante	uncedu on 2025-05-14	<1%
<b>5</b>	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
<b>6</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-11-09	<1%
<b>7</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-15	<1%
<b>8</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-03-23	<1%
<b>9</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2021-11-11	<1%
<b>10</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2024-11-17	<1%
<b>11</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2024-08-13	<1%

12	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-21	<1%
14	Internet	repositorio.unach.edu.pe	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego on 2024-12-02	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-19	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-06-20	<1%
18	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
19	Trabajos del estudiante	uncedu on 2025-07-24	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-08-29	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2024-06-19	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-07-20	<1%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-08	<1%
24	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-03-18	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Catolica de Trujillo on 2024-07-24	<1%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-03-11	<1%
27	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
28	Publicación	Luz, Aline de Fátima Pereira. "Avaliação da calcinação de lodo de esgoto sanitário..."	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Catolica de Trujillo on 2023-06-28	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-08-01	<1%
31	Trabajos del estudiante	uncedu on 2023-11-23	<1%
32	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-01-07	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2018-08-17	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-22	<1%
35	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-01-29	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2023-02-16	<1%
37	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-06-09	<1%
38	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-13	<1%
39	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2018-12-19	<1%

40	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-02-21	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-10-04	<1%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2017-05-12	<1%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2024-09-05	<1%
44	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2021-06-24	<1%
45	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-18	<1%
46	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2024-07-22	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-11-25	<1%
48	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-03-11	<1%
49	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-11-13	<1%
50	Publicación	"Materiales sustentables y reciclados en la construcción", Omnia Publisher SL, 2015	<1%
51	Trabajos del estudiante	Hofstra University on 2025-02-18	<1%
52	Publicación	Jeonguk Mun, Dongwook Kim, Sunho Kang, Heeyoung Lee. "Mechanical Characte..."	<1%
53	Publicación	Landeros Barrera, Juan Carlos. "Influencia de la Adición de la Cal Viva en Concret..."	<1%

54	Trabajos del estudiante Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-10-23	<1%
55	Trabajos del estudiante Universidad Andina del Cusco on 2025-03-14	<1%
56	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2023-11-30	<1%
57	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-04	<1%
58	Trabajos del estudiante Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2025-11-14	<1%
59	Trabajos del estudiante Universidad Privada Antenor Orrego 2025 on 2025-11-26	<1%
60	Trabajos del estudiante Universidad Privada del Norte on 2024-06-14	<1%
61	Trabajos del estudiante Universidad Ricardo Palma on 2020-12-17	<1%
62	Trabajos del estudiante uncedu on 2024-03-12	<1%
63	Trabajos del estudiante uncedu on 2024-10-09	<1%

# Anexo 18: Reporte de Turnitin de Escritura de Inteligencia Artificial

## Anderson Rodríguez Córdova

### INFORME DE TESIS \_ ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA\_

 INFORMES DE TESIS

#### Detalles del documento

Identificador de la entrega

tm:oid::3117:541993618

Fecha de entrega

18 dic 2025, 15:13 GMT-5

Fecha de descarga

18 dic 2025, 15:58 GMT-5

Nombre del archivo

INFORME DE TESIS \_ ANDERSON RODRIGUEZ CORDOVA\_.docx

Tamaño del archivo

44.1 MB

222 páginas

18.196 palabras

97.001 caracteres

## \*% detectado como IA

La detección de IA incluye la posibilidad de que haya falsos positivos. Aunque cierto texto en esta entrega se generó probablemente con IA, los puntajes inferiores al umbral del 20 % no aparecen porque tienen una mayor probabilidad de falsos positivos.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

### Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

## Preguntas frecuentes

### ¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resaltado y se indican con un asterisco en el reporte (\*%).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usarlo para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

### ¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltará en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.

