



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210  
kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Gomez Requejo, Elver (orcid.org/0000-0002-4882-5111)

**ASESORES:**

Dr. Llatas Villanueva, Fernando Demetrio (orcid.org/0000-0001-5718-948X)

Mg. Piedra Tineo, Jose Luis (orcid.org/0000-0002-2727-9692)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios, por brindarnos la fortaleza que necesitamos para seguir adelante, a ÉL nuestro amor, entrega, respeto y obediencia.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional en el cumplimiento de esta meta. A nuestros hermanos, quienes nos brindan las fuerzas para no detenernos y seguir avanzando mostrando siempre su afecto hacia nosotros.

Elver

## **Agradecimiento**

En primer lugar, a Dios, por las oportunidades para poder salir adelante, por el estudio y trabajo que gracias a ÉL aún persisten.

A nuestra casa de estudios, docentes y asesores de tesis, por el apoyo incondicional durante el desarrollo de la presente investigación.

El autor

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	10
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimientos .....	12
3.6. Método de análisis de datos .....	13
3.7. Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN .....	39
VI. CONCLUSIONES .....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS .....	49

## Índice de tablas

Tabla 1. Análisis granulométrico de ceniza volante.....	14
Tabla 2. Análisis granulométrico del agregado fino.....	15
Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	16
Tabla 4. Resultado del contenido de humedad para el agregado fino .....	17
Tabla 5. Resultado del contenido de humedad para el agregado grueso .....	18
Tabla 6. Cálculo de peso unitario suelto del agregado fino.....	18
Tabla 7. Cálculo de peso unitario compactado del agregado fino .....	19
Tabla 8. Cálculo de peso unitario suelto del agregado grueso.....	19
Tabla 9. Cálculo de peso unitario compactado del agregado grueso.....	20
Tabla 10. Cálculo de peso específico y absorción del agregado fino.....	19
Tabla 11. Cálculo de peso específico y absorción del agregado grueso.....	20
Tabla 12. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	21
Tabla 13. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 15% de ceniza volante.....	21
Tabla 14. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 20% de ceniza volante.....	22
Tabla 15. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 25% de ceniza volante.....	22
Tabla 16. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 30% de ceniza volante.....	23
Tabla 17. Cálculo de peso unitario de la mezcla 210 kg/cm <sup>2</sup> más ceniza Volante .....	23
Tabla 18. Cálculo de asentamiento de la mezcla 210 kg/cm <sup>2</sup> con adición de ceniza volante.....	24
Tabla 19. Resultados del cálculo de f'c del concreto patrón.....	26
Tabla 20. Resultados del cálculo de f'c del concreto patrón + 15% de ceniza volante.....	27
Tabla 21. Resultados del cálculo de f'c del concreto patrón + 20% de ceniza volante.....	28
Tabla 22. Resultados del cálculo de f'c del concreto patrón + 25% de ceniza volante.....	30

Tabla 23. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 30% de ceniza volante.....	31
Tabla 24. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón.....	33
Tabla 25. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 15% de ceniza volante.....	34
Tabla 26. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 20% de ceniza volante.....	35
Tabla 27. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 25% de ceniza volante.....	36
Tabla 28. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 30% de ceniza volante.....	37

## Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1. Curva granulométrica de la ceniza volante. ....	14
Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado fino .....	16
Gráfico 3. Curva granulométrica del agregado grueso .....	16
Gráfico 4. Gráfico del peso unitario del concreto.....	23
Gráfico 5. Gráfico del Slump del concreto .....	24
Gráfico 6. Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón .....	26
Gráfico 7. Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón +15% de adición .....	28
Gráfico 8. Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón +20% de adición .....	29
Gráfico 9. Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón +25% de adición .....	30
Gráfico 10. Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón +30% de adición .....	31
Gráfico 11. Cuadro comparativo (kg/m <sup>2</sup> ) para el concreto patrón más adición el 15%, 20%, 25% y 30% de ceniza volante .....	32
Gráfico 12. Cuadro comparativo (%) para el concreto patrón más adición el 15%, 20%, y 25% y 30% de ceniza volante.....	32
Gráfico 13. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón.....	34
Gráfico 14. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón +15% de adición .....	34
Gráfico 15. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón +20% de adición .....	36
Gráfico 16. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón +25% de adición .....	37
Gráfico 17. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón +30% de adición .....	38
Gráfico 18: Cuadro comparativo (kg/m <sup>2</sup> ) para el concreto patrón más adición el 15%, 20%, 25% y 30% de ceniza volante .....	38

## RESUMEN

No se tienen investigaciones suficientes respecto a la complementación de concretos con cenizas como la de caña de maíz u otras, por esto, existen dudas para emplear estas cenizas, hallando que no es una práctica muy usual usar estos materiales en la construcción de carreteras u otras estructuras, debido a la falta de conocimiento de los atributos mecánicos de dichos materiales. El concreto genera residuos sólidos, por lo que existe la necesidad de alterar las propiedades del concreto, es así que, en su estudio de los atributos mecánicos del concreto fortificado con fibras de bagazo de caña, evidenciaron una mejoría considerable en la resistencia a la compresión al usar fibras de tamaño largo, en cuanto al módulo de ruptura, la resistencia disminuyó en comparación al concreto tradicional, requiriendo mayores estudios. El concreto es ahora el material más utilizado en la mayoría de los proyectos de construcción. Trabajar el concreto con todos los tipos de cemento es el que produce el mayor costo de trabajo porque el proceso de construcción muestra un mejor aprovechamiento estructural.

Se llevó a cabo el siguiente proyecto: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023"

**Palabras clave:** Compresión, resistencia, ceniza volante, concreto

## ABSTRACT

There is not enough research regarding the complementation of concrete with ashes such as corn cane or others, therefore, there are doubts about using these ashes, finding that it is not a very usual practice to use these materials in the construction of roads or other structures, due to the lack of knowledge of the mechanical attributes of said materials. Concrete generates solid waste, so there is a need to alter the properties of concrete, so that, in their study of the mechanical attributes of concrete fortified with sugarcane bagasse fibers, they showed a considerable improvement in compressive strength when using long-sized fibers, in terms of modulus of rupture, the resistance decreased compared to traditional concrete, requiring further studies. Concrete is now the most widely used material in most construction projects. Working the concrete with all types of cement is the one that produces the highest labor cost because the construction process shows a better structural use.

The following project was carried out: "Analysis of the resistance to compression and bending of concrete 210 kg/cm<sup>2</sup> with fly ash, Nieva, 2023"

**Keywords:** Compression, endurance, fly ash, concrete

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, el concreto se degrada por diversos factores, especialmente en entornos fríos, como indican McCarthy, Yakub y Csetenyi (2022), debido a reacciones químicas, efectos físicos, ciclos de congelación-descongelación y erosión. Liu y colaboradores (2022) también señalan una disminución de la resistencia del concreto en condiciones adversas. La exposición continua a la humedad y a ambientes corrosivos provoca un daño considerable en las estructuras de concreto. Dado que el concreto es fundamental en construcción, su manejo y la utilización de diversos tipos de cemento implican costos laborales significativos, aunque contribuyen a la eficiencia estructural. Quispe (2016) destaca que la incorporación de cenizas volantes, un subproducto de las centrales termoeléctricas, reduce tanto el consumo energético como las emisiones de CO<sub>2</sub> en la producción de concreto, ofreciendo beneficios ambientales y mejorando la durabilidad de las obras.

Se destaca una significativa falta de estudios sobre la aplicación de cenizas provenientes de desechos agrícolas, como los residuos de caña de maíz, en la fabricación de concreto. Esta carencia de estudios genera incertidumbre acerca de la factibilidad de aplicar estas cenizas en proyectos de construcción, debido a un conocimiento limitado sobre sus características mecánicas (Cacha, 2018). Además, ante el problema de generación de residuos sólidos por el concreto, se ha explorado la modificación de sus propiedades. Estudios recientes muestran que el concreto reforzado con fibras largas de bagazo de caña mejora considerablemente su resistencia a la compresión, pero experimenta una disminución en su módulo de ruptura en comparación con el concreto convencional. Esto resalta la importancia de continuar investigando estas alternativas. (Paricaguán & Muñoz, 2019).

Contreras y Peña (2016) destacaron la presencia de errores significativos en proyectos de construcción, atribuyendo un 16.2% a la calidad del material, un 38.5% a fallos en la ejecución y más del 40% a deficiencias en el diseño y/o cálculo. Investigaciones adicionales de la década de 1990 resaltaron que una inadecuada selección de materiales repercute directamente en un 30% en la disminución de la durabilidad de las estructuras. Este problema surge a partir de varios factores críticos, como el manejo ineficaz de las condiciones ambientales y climáticas, la utilización de datos incorrectos sobre los materiales, la selección equivocada de los

mismos debido a criterios inapropiados, y la tendencia a privilegiar el ahorro en costos por encima de la calidad de los materiales utilizados. Estos hallazgos subrayan la necesidad de mejorar las prácticas de selección y manejo de materiales en la construcción para asegurar la integridad y longevidad de las obras

Por lo tanto, la problemática general: ¿Cómo contribuye los análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Lima 2022? Las problemáticas específicas: a) ¿Cómo contribuyen los análisis de la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022?, b) ¿Cómo contribuyen los análisis de la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2022? c) ¿Cómo contribuyen los análisis de la ceniza volante, Lima 2022? La tesis posee una relevante justificación teórica al profundizar en el entendimiento de las propiedades mecánicas del concreto modificado, contribuyendo al cuerpo de conocimiento en ingeniería civil. Desde la perspectiva práctica, este estudio orienta sobre métodos de optimización del concreto para uso en construcción, mejorando su rendimiento y eficacia. Ambientalmente, enfatiza la reutilización de residuos industriales como la ceniza volante, promoviendo prácticas de construcción sostenibles que reducen el impacto ambiental. Socialmente, la investigación resalta el potencial de mejorar la calidad y durabilidad de las infraestructuras públicas, contribuyendo así al bienestar y seguridad de la comunidad. por lo tanto, se plantea el objetivo general: determinar cómo contribuyen los análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023. Objetivos específicos: Analizar las propiedades mecánicas de los agregados y la granulometría de la ceniza volante, Nieva, 2023. Realizar el diseño de mezcla patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y con la incorporación de ceniza volante de concreto al 0%,15%, 20%; 25% y 30% Nieva, 2023. Determinar la resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y las incorporaciones de ceniza volante los porcentajes 0%,15%, 20%; 25% y 30% Nieva, 2023. Mostrar la óptima resistencia a la compresión y flexión con las incorporaciones de ceniza volante los porcentajes 0%,15%, 20%; 25% y 30% Nieva, 2023. Se plantea la hipótesis Si al analizar la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, entonces mejorará la resistencia al adicionar la ceniza volante Nieva, 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Liu et al. (2022) se propusieron investigar el desempeño mecánico, las propiedades físicas, las características microestructurales y el impacto ambiental de los agregados formados por unión en frío (CBA). Para ello, llevaron a cabo ensayos de compresión y mediciones de densidad conforme a la norma GB T 17431.2-2010 (ISO 2010a), emplearon difracción de rayos X (XRD) para analizar la fase de hidratación y utilizaron el método de oscilación horizontal para evaluar la toxicidad de las cenizas volantes y los CBA, provenientes de la incineración de residuos sólidos municipales (MSWIBA). Observaron que, tras un proceso de curado con agua caliente, los CBA mostraron un incremento de 1-2 MPa en resistencia tras 28 días de curado, un aumento del 3% en la absorción de agua y cambios en la densidad volumétrica y aparente, de 2,11 a 2,78 g/cm<sup>3</sup> y de 1,75 a 1,85 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente. Concluyeron que el curado con agua caliente mejora significativamente la hidratación, la resistencia a la compresión, la absorción de agua, la densidad aparente y contribuye a una microestructura más densa en los CBA, lo que resulta en una mejor saturación de los poros internos y una mayor compacidad, creando así CBA más duraderos.

Sun et al. (2022) llevaron a cabo su investigación en la Universidad de Gante, específicamente en la Facultad de Ingeniería Estructural y Materiales de Construcción en Bélgica, con el fin de evaluar el potencial de las cenizas volantes de carbón (FA) para reemplazar a la escoria de alto horno granulada (BFS) en hormigón activado por álcalis (AAM), buscando una proporción de sustitución más elevada. Mediante análisis calorimétricos, evaluaron la cinética de las reacciones en las mezclas AAM y realizaron pruebas para determinar la trabajabilidad y las propiedades en estado fresco del hormigón, utilizando el cono de Abrams y el reómetro ICAR Plus, respectivamente. Además, examinaron la resistencia a la compresión según la norma EN 12390-3 y la porosidad mediante porosimetría de intrusión de mercurio (MIP). Se registró una reducción del 21.1% en el calor acumulado, una disminución del 60% en el asentamiento y un incremento en la resistencia a la compresión después de 28 días. Concluyeron que la sustitución de BFS por FA conlleva a un retraso en la cinética de reacción y mejora significativamente las propiedades iniciales del hormigón, incluyendo la trabajabilidad, la tensión de rendimiento y la viscosidad plástica.

McCarthy, Yakub y Csetenyi (2022) Realizaron su investigación en la Universidad de Dundee, específicamente en la facultad de ciencias e ingeniería en Escocia. El objetivo era estudiar tanto las reacciones químicas, incluyendo la formación de sulfatos y la reacción álcali-agregado (AAR), como los procesos físicos, que abarcan el desgaste y la abrasión resultantes de ciclos de congelación y descongelación, que impactan en la integridad del concreto. Implementaron técnicas de evaluación como la prueba de inmersión según CEN/TR 15697, análisis de AAR conforme a BS 812-123, y ensayos de resistencia al escalamiento por congelación y descongelación según CEN/TS 12390-9, además de un método modificado de la asociación británica del cemento para la medición de la abrasión. Observaron que el concreto de ceniza volante presentó un deterioro por sulfatos de solo el 0.001% tras 540 días, un incremento en la expansión del 0.02% a los 365 días, un escalamiento por congelación y descongelación de 0.16 a 0.87 kg/m<sup>2</sup> después de 56 ciclos, y una resistencia de 4 MPa con una proporción agua/cemento de 0.45 y de 0.60 a 1.81 kg/m<sup>2</sup> con una resistencia de 5.5 MPa para una proporción de 0.55. Determinaron que el concreto de ceniza volante mostró daños mínimos en las pruebas de inmersión en sulfato, demostrando un fortalecimiento en la resistencia del concreto y una disminución en la profundidad de abrasión.

Yuda et al. (2022) llevaron a cabo su investigación en la Universidad Nacional Cheng Kung, dentro del Departamento de Ingeniería Civil en Taiwán, con el propósito de explorar el coeficiente de capa estructural de un material de cemento estabilizado con un 100% de ceniza de carbón para su uso en pavimentaciones. Para ello, efectuaron una prueba de flujo de caída siguiendo la norma ASTM D6103 para evaluar la trabajabilidad de la mezcla, realizaron pruebas de módulo conforme a la norma ASTM C469, y llevaron a cabo ensayos de campo y pruebas no destructivas, incluida la prueba FWD. Descubrieron que las mezclas de material de cemento con ceniza de carbón (MCCA) presentaban un módulo de elasticidad 13% inferior al de una base tratada con cemento (CTB), con valores de 704.8 MPa para MCCA F4B6 y de 572.6 MPa para CTB. Concluyeron que la utilización de MCCA al 100% es viable como base de pavimento sin necesidad de agregados adicionales, destacando sus ventajas como un fraguado más lento, un incremento en la resistencia proporcional a la

concentración de CBA, emisiones de carbono reducidas y valores de módulo de elasticidad superiores en comparación con el hormigón tradicional.

Kang, Boyd y Ley (2022) realizaron su estudio en la Universidad Estatal de Oklahoma, con el fin de ampliar el modelo de partículas para incluir cenizas de carbón no tradicionales (NTCA). Utilizando el método ASEM conforme a ASTM E3183, examinaron el tamaño de partícula y las propiedades químicas de las NTCA, prepararon mezclas de hormigón y muestras siguiendo ASTM C31, y evaluaron la resistencia a la compresión según ASTM C39 y la resistividad superficial según AASHTO T358. Descubrieron que el uso de un 20% de NTCA aumentaba la resistencia a la compresión después de 90 y 180 días en un 72.7% y 81.8% respectivamente, mientras que la resistividad del hormigón con un 40% de NTCA incrementaba tras 28 días de hidratación. Concluyeron que reemplazar NTCA en proporciones del 20% y 40% mejora tanto la resistencia a la compresión como la resistividad del material, subrayando también que el tamaño de partícula de las NTCA es óptimo. Así, demostraron el potencial de las NTCA como aditivos en el concreto y desarrollaron un factor de corrección para calcular mejor la resistividad superficial en hormigones con NTCA, optimizando la aplicación del modelo propuesto.

Kumar, Ghost y Dey (2021) realizaron su investigación en el Instituto Nacional de Tecnología, Departamento de Ingeniería Civil, En la India, se enfocaron en estudiar el impacto que tiene el uso de cenizas volantes como sustituto parcial del cemento en el comportamiento sísmico de las conexiones viga-columna (BCC). Mediante pruebas históricas, analizaron la degradación de la rigidez, la ductilidad y la capacidad de disipación de energía. Observaron que, con el incremento del desplazamiento, se formaron grietas oblicuas de tensión en las BCC, y grietas diagonales cuando la tensión superó la resistencia del concreto. Específicamente, la muestra 20FAS90 mostró un aumento del 18% en ductilidad y un 70% en disipación de energía en comparación con la mezcla control, mientras que su índice de rigidez fue un 25% inferior. Las muestras 20FA90 y 30FAS90 registraron desplazamientos de 34 mm y 37 mm, respectivamente. Concluyeron que, tras un curado de 90 días, las cenizas volantes y los superplastificantes tienen un impacto significativo en el desempeño sísmico de

las BCC, destacando su potencial para mejorar la resistencia sísmica de estructuras de concreto.

Liu, Bai, Yu y Yan (2022) se enfocaron en explorar las propiedades mecánicas de columnas de hormigón hechas con ganga de carbón. Emplearon pruebas de carga estática conforme a la normativa GB/T 50152-2012 para examinar aspectos como los modos de falla, deformaciones y la ductilidad de columnas de hormigón de ganga de carbón (CGC). Identificaron que, en la columna PX-r:0.25, las cargas de agrietamiento para reemplazos del 0%, 40%, 70% y 100% aumentaron significativamente hasta 850 KN. En estos niveles de reemplazo, las columnas permanecieron en fase elástica, aunque la ductilidad de las columnas CGC se redujo entre un 6,8% y un 26,2% para reemplazos del 40% al 100%. Se observó un ligero aumento en la ductilidad de las columnas PX-r-0.55. La conclusión fue que para mitigar el deterioro de las barras de acero, es recomendable incrementar el espesor de la capa protectora en el diseño de las estructuras CGC.

Muiz et al. (2022), desde la Universidad Malaysia Pahang, Facultad de Tecnología de Ingeniería Civil, se propusieron evaluar las propiedades mecánicas del hormigón al añadir ceniza de fondo de carbón (CBA). Mediante pruebas de carga cíclica (CLT) examinaron el patrón de agrietamiento, realizaron ensayos de compresión según ASTM C39/C39M-16a, de tracción por fraccionamiento conforme a ASTM C496-04 y de flexión de acuerdo con ASTM C78/C78M-16. Identificaron que las mezclas 50CCBA-50FCBA y 50CCBA-100FCBA mostraron un incremento del 12% y 3% en resistencia a la compresión, respectivamente, mientras que las mezclas 100CCBA-50FCBA y 100CCBA-100FCBA experimentaron reducciones del 35% y 36.32% en resistencia a la tracción. La conclusión fue que, aunque las mezclas con CBA alcanzaron la resistencia deseada de 30 MPa a los 28 días, el incremento en la proporción de CBA disminuyó la resistencia a la tracción y a la flexión, sugiriendo que un exceso de CBA grueso en el hormigón afecta negativamente el desempeño estructural de las vigas bajo cargas cíclicas.

El concreto es un material compuesto heterogéneo, principalmente debido a su naturaleza inelástica, lo que introduce una variabilidad en su calidad. Esta

variabilidad se manifiesta en varias etapas, desde la mezcla y transporte hasta la colocación y el comportamiento bajo carga, destacando la importancia de la resistencia y durabilidad del concreto. Los componentes del concreto incluyen cemento y agregados. El cemento, un polvo fino compuesto de calcio, aluminio, silicio y óxidos de hierro, es fundamental por sus propiedades como la densidad, finura, consistencia, tiempo de fraguado, estabilidad volumétrica y calor de hidratación. Por otro lado, los agregados, materiales inertes clasificados por origen, densidad, tamaño y textura, contribuyen al volumen y las características estructurales del concreto. Sus propiedades críticas incluyen el tamaño de partícula, densidad, absorción y contenido de agua. Para lograr un concreto óptimo, es esencial que los agregados sean neutros, sin sabor ni olor, permitiendo una correcta hidratación del cemento y facilitando la manipulación de la mezcla.

En la investigación de las características del concreto premezclado, resaltamos su uniformidad, capacidad de endurecimiento y grado de trabajabilidad. La Norma NTC 396 define el Ensayo de Asentamiento de Cono como un método indirecto para medir la consistencia o fluidez de la mezcla. Complementariamente, se emplean diversas pruebas como la esfera de Kelly, siguiendo los estándares de ASTM C360-63, además de evaluaciones del módulo de compresión, Vebe y fluidez para una compresión integral. La resistencia a la compresión se establece mediante las normas NTC 550 y 673, mientras que la resistencia a la tracción se estima indirectamente conforme a la NTC 722. Se observa que el uso de agregados ligeros puede inducir grietas por contracción, atribuible al secado o variaciones térmicas, recomendando considerar el 10% de la resistencia a la compresión si la prueba directa no es viable. Finalmente, la resistencia a la flexión, crucial para pavimentos resistentes, se determina según las NTC 1377 y 2871, aplicando carga en un tercio de una viga soportada simplemente para simular condiciones reales de uso.

La durabilidad del hormigón se define por su capacidad de preservar su estructura y funcionalidad a lo largo del tiempo frente a cambios físicos, químicos y mecánicos. Estos pueden ser inducidos por condiciones ambientales adversas,

variaciones extremas de temperatura, abrasión, influencias electroquímicas, así como la exposición a líquidos y gases de origen natural o industrial. Además, la durabilidad puede verse afectada por elementos externos. Un factor determinante en la durabilidad del hormigón es su permeabilidad, directamente relacionada con su porosidad, que influye en su capacidad para absorber o repeler el agua, impactando así en su vida útil y resistencia. Según Mantallana (2015), las cenizas volantes representan una propiedad física relevante en este contexto; su análisis morfológico mediante SEM permite examinar las partículas finas. Estas cenizas se caracterizan por tener un tamaño inferior a 250 micrómetros, con el 90% por debajo de los 74 micrómetros y más de la mitad de las partículas menores a 31 micrómetros. Utilizando la técnica de fluorescencia de rayos X, se estableció que su composición química consta de un 54,71% de sílice y un 27,45% de alúmina, componentes que son clave para las propiedades y funcionalidad del hormigón.

El estudio de McCarthy, Yakub y Csetenyl (2022) revela que las cenizas volantes, con su alta composición de sílice y alúmina, resultan ser materiales idóneos para la creación de geo polímeros. Además, la presencia de un 9,98% de hierro en estas cenizas les confiere un característico color gris oscuro. La ceniza se ha consolidado como un componente fundamental en la elaboración de cemento y hormigón debido a sus propiedades puzolánicas. Este subproducto no solo contribuye a la economía del proceso de fabricación, sino que también mejora aspectos cruciales del hormigón, como su trabajabilidad, densidad, y resistencia a la impermeabilidad y ataques químicos, gracias a lo cual se potencia la durabilidad y la calidad del hormigón, según señalan Huaquisto & Belizario (2018).

Las propiedades químicas del CV incluyen el puzolanismo, donde las cenizas volantes pueden solidificarse en presencia de agua a temperatura ambiente, mientras que la cal se utiliza para generar un producto poco soluble con propiedades hidráulicas. Esto significa que el CV, un material silíceo en polvo, actúa como aglutinante cuando se mezcla con agua y cal o cemento. Es importante destacar que el CV no es una puzolana en sí misma, sino un material con propiedades similares a las de una puzolana.

La adición activa del CV es beneficiosa en la construcción, ya que contribuye a mejorar las propiedades del cemento. Las propiedades hidráulicas son características distintivas del CV con un contenido de cal superior al 40%, especialmente aquellos obtenidos de centrales térmicas donde se quema lignito. Además, se ha demostrado que los CV son inofensivos para el sistema respiratorio, ya que después de procesar más de 100.000 toneladas durante 20 años, no se han reportado enfermedades relacionadas con las cenizas entre los trabajadores ya empleados (García, 2019).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Este proyecto de investigación aplicada, siguiendo la metodología de Tamayo (2003), tiene como objetivo analizar las propiedades del concreto al incorporar ceniza volante en proporciones del 15%, 20%, 25% y 30%. Se implementó un diseño experimental, también fundamentado en Tamayo (2003), que incluye la manipulación y control deliberados de las variables para evaluar las propiedades mecánicas del concreto.

#### 3.2. Variables y operacionalización

- **Variable independiente**

En mi estudio se empleó la ceniza volante como variable independiente, basándome en la definición de Tamayo (2003). Estas variables se manipulan y ajustan en función a los objetivos establecidos, y sus efectos o resultados son los que se analizaron y evaluaron detalladamente.

##### **Definición conceptual**

Las cenizas volantes se originan como subproducto de la quema de carbón en polvo, obtenido de los separadores de gases de combustión mecánicos o electrostáticos o de las centrales eléctricas y son partículas esféricas irregulares más finas que el cemento Portland, los ataques de los sulfatos son más resistentes y menos permeables. (Mccarthy, Yakub & Csetenyl, 2022).

##### **Definición operacional**

Dicha variable se utilizó en porcentajes como sustituto parcial del cemento.

##### **Indicadores**

La variable independiente ceniza volante reemplazo parcialmente al cemento al 15%, 20%, 25% y 30%.

##### **Escala de medición**

De razón.

- **Variable dependiente**

En la investigación, el concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> actuó como la variable dependiente, siguiendo la perspectiva de Tamayo (2003). Esta variable es la que se evaluó y midió, ya que se ve influenciada o alterada por la variable independiente. Es la variable que fluctúa y que el investigador buscó cuantificar en el estudio.

**Definición conceptual**

Se trata de una composición que incluyó cemento, agua y, opcionalmente, aditivos, formando una masa plástica y moldeable en su manipulación. Al endurecer, adquiere la consistencia de una pasta firme, convirtiéndola en el material ideal para tareas de construcción. (Mantallana, 2015).

**Definición operacional**

Esta variable se evaluó a través de pruebas que miden la resistencia a la compresión y a la flexión.

**Dimensiones**

Resistencia a compresión

Resistencia a flexión

**Indicadores**

Ensayo de resistencia a compresión

Ensayo de resistencia a flexión

**Escala de medición**

De razón.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población**

Según Tamayo (2003), la población o universo se define como el conjunto total de elementos que satisfacen ciertas características específicas. En este estudio, se realizó diez muestras de prueba conforme a las normativas del estándar ASTM31. Estas muestras fueron consideradas como la población representativa para evaluar y analizar aspectos críticos como la resistencia a la compresión y la flexión del material en cuestión.

### **3.3.2. Muestra**

De acuerdo con Tamayo (2003), una muestra se definió como un segmento seleccionado de una población más amplia, del cual se extrajo información detallada para formular hipótesis de investigación. En el contexto de este estudio, la muestra se conformó por ocho especímenes concretos, cada uno modificado específicamente con cenizas volantes para analizar sus efectos y propiedades.

### **3.3.3. Muestreo**

Según Tamayo (2003), el muestreo se define como el proceso de seleccionar aleatoriamente una serie de elementos representativos de una población total para su análisis

#### **Unidad de análisis**

Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las estrategias implementadas para recopilar información son cruciales en cualquier estudio. En este caso, el enfoque primordial para la incorporación de datos es a través de observaciones visuales. Siguiendo a Tamayo (2003), se enfatiza la importancia de la percepción y selección cuidadosa de la información necesaria. Para este estudio en particular, se ha optado por la técnica de observación experimental, que implica un análisis detallado y controlado de los fenómenos en estudio.

### **3.5. Procedimiento de recolección de datos**

Inicialmente, se ejecutó análisis de laboratorio en los agregados finos y gruesos, siguiendo las normativas internacionales actuales, para determinar su granulometría. Posteriormente, se preparó una mezcla de control que servirá como base de comparación. Después, se procedió a elaborar mezclas modificadas, en las que se reemplazó una parte del cemento por ceniza volante en proporciones del 15%, 20%, 25% y 30%. Se mantuvo un riguroso proceso de curado a lo largo de períodos de 7, 14 y 28 días. Finalmente, se llevó a cabo pruebas de compresión y flexión en estas mezclas para evaluar su rendimiento y características.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Según Tamayo (2003), el proceso de recolección y evaluación de datos es crucial para analizar variables en cualquier investigación. Para garantizar la fiabilidad y precisión en la recolección de datos, se emplean métodos de prueba bien definidos y protocolos estandarizados, evitando así cualquier alteración. Los resultados se contrastan continuamente con las hipótesis planteadas, permitiendo una evaluación rigurosa y metódica.

### **3.7. Aspectos éticos**

La ética en la investigación subraya la importancia del avance y enriquecimiento del conocimiento frente al veloz progreso social, y sostiene que las actividades científicas deben guiarse por criterios éticos con el objetivo de mejorar el bienestar humano. Un compromiso de respetar la autenticidad del producto, la confiabilidad de los datos proporcionados, y la verificación de que se ha establecido la debida identificación de los involucrados en esta investigación. Se garantiza la autenticidad y singularidad de los resultados, evitando replicar datos de investigaciones previas para mantener la integridad y confiabilidad del estudio. Este estudio destaca por su originalidad y aporte único al campo de investigación. Se mantiene un firme compromiso con la ética académica, asegurando que no hay elementos de plagio en ninguna fase del estudio. La realización de la encuesta se efectuó con un enfoque ético, asegurando la responsabilidad, honestidad y paciencia en todas las etapas, desde la formulación de preguntas hasta la recopilación de datos.

#### IV. RESULTADOS

La exposición de los resultados busca definir las características de los agregados para perfeccionar la mezcla y producir un concreto de referencia con una resistencia característica de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Además, el objetivo es aumentar la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto. Para alcanzar estos fines, se incorporarán cenizas volantes como un componente adicional en la composición del concreto.

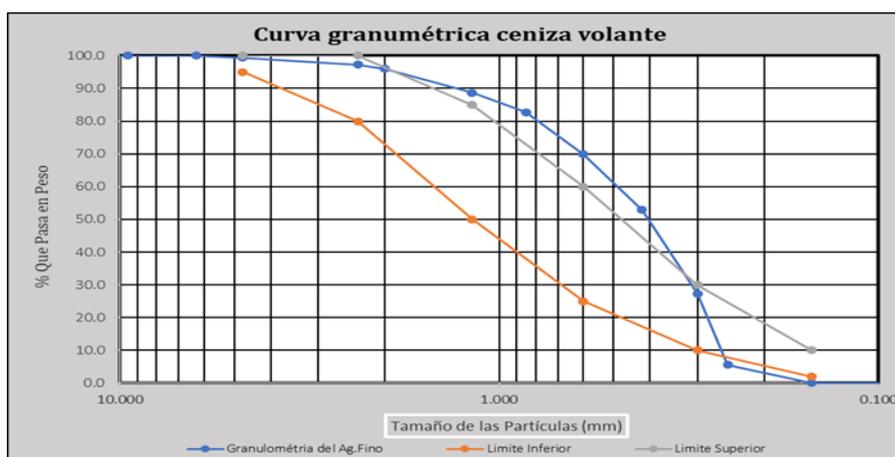
Tabla 1. Análisis granulométrico de ceniza volante

<b>Malla</b>	<b>Peso</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>% Acumulado</b>
<b>Pulg.</b>	<b>(mm.)</b>	<b>Retenido</b>	<b>Retenido</b>	<b>Que pasa</b>
1/2"	12.700	0.00	0.000	100.0
3/8"	9.520	0.00	0.000	100.0
1/4"	6.300	0.00	0.000	100.0
Nº 4	4.750	1.21	0.594	99.4
Nº 8	2.360	4.32	2.122	97.3
Nº 10	2.000	2.71	1.331	96.0
Nº 16	1.180	14.91	7.326	88.6
Nº 20	0.850	12.11	5.949	82.7
Nº 30	0.600	26.02	12.783	69.9
Nº 40	0.420	34.61	17.003	52.9
Nº 50	0.300	52.12	25.606	27.3
Nº 60	0.250	44.12	21.675	5.6
Nº 100	0.150	11.21	5.507	0.1
Nº 200	0.075	0.21	0.103	0.0
<b>FONDO</b>		0.00	0.000	0.0
			Módulo de fineza =	<b>2.17</b>
			Abertura de malla de referencia =	<b>4.750</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°1 se muestra el análisis granulométrico de la ceniza volante. Este análisis indica que la primera malla con una retención de peso considerable es la malla N°4, con un tamaño de 4.750 mm. Asimismo, se señala que el módulo de fineza de la ceniza volante es 2.17, una medida adimensional.

Gráfico 1. Curva granulométrica de la ceniza volante.



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica N°1 ilustra la curva granulométrica de la ceniza volante. Es notable que esta curva se sitúa fuera de los rangos establecidos, tanto inferiores como superiores. Esto indica variaciones en la contingente de la dimensión de partícula en comparación con los límites estándar.

Tabla 2. Análisis granulométrico del agregado fino

Malla	Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Que pasa
1/2"	12.700	46.30	11.878	88.1
3/8"	9.520	24.50	6.285	81.8
1/4"	6.300	49.30	12.648	69.2
Nº 4	4.750	17.20	4.413	64.8
Nº 8	2.360	22.80	5.849	58.9
Nº 10	2.000	4.10	1.052	57.9
Nº 16	1.180	4.30	1.103	56.8
Nº 20	0.850	1.20	0.308	56.5
Nº 30	0.600	2.80	0.718	55.7
Nº 40	0.420	15.30	3.925	51.8
Nº 50	0.300	37.40	9.595	42.2
Nº 60	0.250	50.30	12.904	29.3
Nº 100	0.150	74.20	19.035	10.3
Nº 200	0.075	26.70	6.850	3.4
FONDO		13.40	3.438	0.0

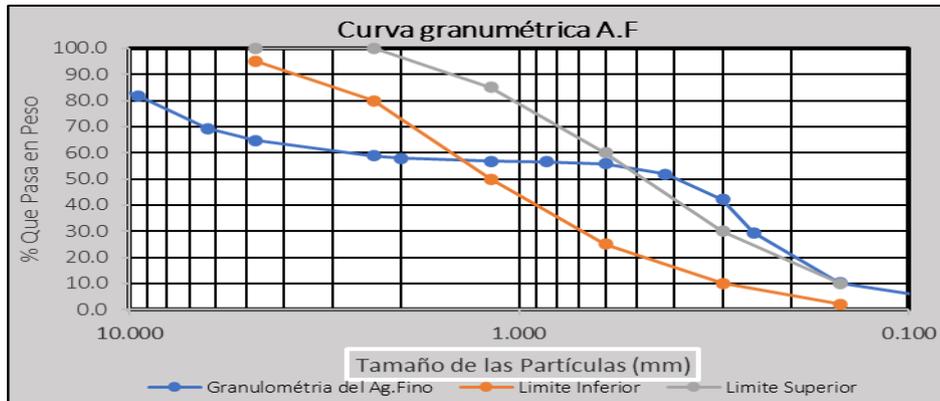
Módulo de fineza = **3.11**

Abertura de malla de referencia = **4.750**

Fuente: Elaboración propia

aquí se observa que la malla con la primera significativa retención de peso es la malla N°3/8", con un tamaño de 9.520 mm. Además, se resalta que el módulo de fineza para este agregado es de 3.11, una medida que es independiente de dimensiones específicas.

Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

En la presente grafica se muestra la curva granulométrica del agregado fino.

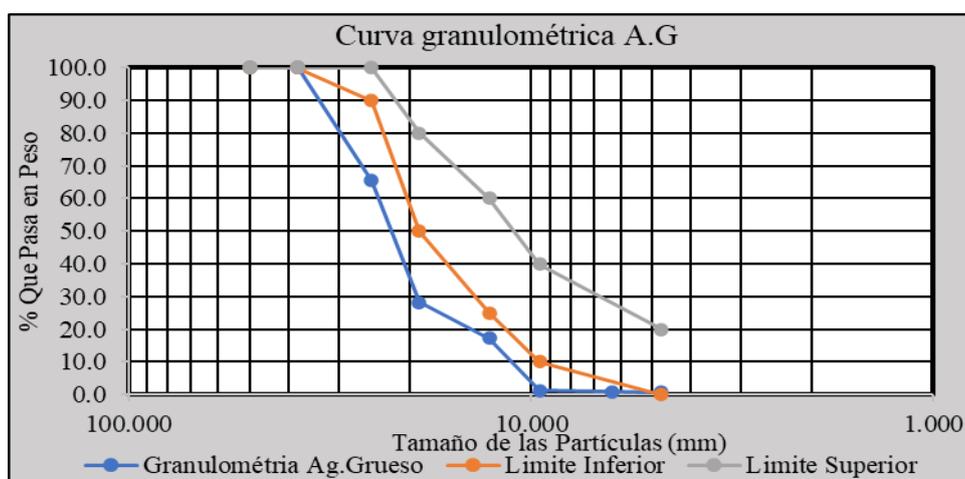
Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso

Malla	Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Que pasa
2"	50.000	0.0000	0.0000	100.0
1 1/2"	38.000	0.0000	0.0000	100.0
1"	25.000	1208.1000	34.5270	65.5
3/4"	19.000	1301.800	37.2049	28.3
1/2"	12.700	386.500	11.0460	17.2
3/8"	9.520	555.600	15.8788	1.3
1/4"	6.300	16.300	0.4658	0.9
Nº 004	4.750	3.500	0.1000	0.8
<b>FONDO</b>		27.2000	0.7774	0.0
Tamaño Máximo =				<b>1"</b>
Tamaño Máximo Nominal =				<b>1"</b>

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se observa los valores de las características del agregado grueso evidenciando uniformidad.

Gráfico 3. Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

En la presente grafica se observa la curva que corresponde al agregado grueso, cumpliendo con los requerimientos establecidos y los estándares establecidos de la norma.

Tabla 4. Agregado fino y su contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD		M1	M2
Pes. Mues. Húmeda	(gr.)	1819.80	1819.80
Pes. De mues.sec.	(gr.)	1807.90	1807.90
Pes.recipin.	(gr.)	152.10	152.10
C.H.	(%)	0.72	0.72
C.H.P	(%)	<b>0.7</b>	

Fuente: Elaboración propia

Se muestra que el promedio de humedad en el agregado fino es del 0.7%, lo que indica el porcentaje medio de humedad presente en el material.

Tabla 5. Agregado grueso y su contenido de humedad

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		<b>M1</b>	<b>M2</b>
Pes. Mues. Húmeda	(gr.)	2767	2767
Pes. De mues.sec.	(gr.)	2759.00	2759.00
Pes.recipin.	(gr.)	153.90	153.90
C.H.	(%)	0.31	0.31
C.H. P	(%)	<b>0.3</b>	

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia el contenido de humedad en el agregado, con un valor de 0.3%, representando la cantidad de humedad presente en el material.

Tabla 6. Peso unitario del agregado fino

<b>Descripción</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>
Pes. De mues. suel. +recupient.	(gr.)	9269	9257
Pes.recipient.	(gr.)	5960	5960
P.M	(gr.)	3309	3297
Volumen	(m3)	0.0021	0.0021
P.U.S.H	(kg/m3)	1553	1547
P.U.S.H. P	(kg/m3)	1550	
P.U.S.S.P.	(kg/m3)	1539	

Fuente: Elaboración propia

Se muestra los pesos unitarios del agregado fino bajo condiciones de humedad y sequedad. El peso unitario promedio del suelo húmedo (PUSH) es de 1550 kg/m<sup>3</sup>, mientras que el del suelo seco (PUSS) es de 1539 kg/m<sup>3</sup>. Estos datos ofrecen una visión detallada de las variaciones de peso según las condiciones de humedad.

Tabla 7. Cálculo de peso unitario compactado del agregado fino

Descripción	UNIDADES	M1	M2
Pes. De la mues. Suel+ recipiente	(gr.)	9655	9657
Pes. del recipiente	(gr.)	5960	5960
Pes. D muestra	(gr.)	3695	3697
Volumen	(m3)	0.0021	0.0021
Pes. Unita.sul.hum.	(kg/m3)	1734	1735
Pes. Uni. Suel. Humd. (promed.)	(kg/m3)		1735
Pe. Uni suel. Sec. (promed.)	(kg/m3)		1722

Fuente: Elaboración propia

Se observa los resultados del agregado fino y su promedio de su peso compactado unitario

Tabla 8. Cálculo de peso unitario suelto del agregado grueso

Descripción	UNIDADES	M1	M2
Pes. De los mues. Suel+ recipiente	(gr.)	31950	32050
Pes. Del recipiente	(gr.)	7350	7350
Pes. D muestra	(gr.)	24600	24700
Volumen	(m3)	0.0166	0.0166
Pes. Unita.sul.hum.	(kg/m3)	1486	1492
Pes. Uni. Suel. Humd.(promed.)	(kg/m3)		1489
Pe. Uni suel. Sec. (promed.)	(kg/m3)		1484

Fuente: Elaboración propia

Se observa el peso suelto en estado húmedo teniendo en cuenta valores determinantes para su diseño.

Tabla 9. Cálculo de peso unitario compactado del agregado grueso

Descripción	UNIDADES	M1	M2
Pes. De la mues. Suel+ recipiente	(gr.)	33350	33150
Pes. Del recipiente	(gr.)	7350	7350
Pes. D muestra	(gr.)	26000	25800
Volumen	(m3)	0.0166	0.0166
Pes. Unita.sul.hum.	(kg/m3)	1571	1559
Pes. Uni. Suel. Humd. (promed.)	(kg/m3)		1565
Pe. Uni suel. Sec. (promed.)	(kg/m3)		1560

Fuente: Elaboración propia

Se describen los resultados de peso en el agregado compactado logrando un Peso promedio de 1560 kg/cm<sup>3</sup>.

Tabla 10. Cálculo de peso específico y absorción del agregado grueso

<b>DATOS</b>		<b>M1</b>
Pes. De la mues. sec. al horno	(gr)	1600.0
Pes. Muest. satur. superficial sec.	(gr)	1615.0
Pes. De la mues. satur. + canastilla	(gr)	1808.5
Pes. canastilla	(gr)	800.2
Pes. mues. saturada	(gr)	1008.0
<b>Resultado</b>		
Pes. espe. de mas.	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.636
Pes. espec. de mas. satura. superf. seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.661
Pes.esp. aparat.	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.703
% de absorción	%	0.94

Fuente: Elaboración propia

Los datos del peso específico y un porcentaje de absorción del agregado grueso del 0.94%.

El diseño de la mezcla se orienta hacia la consecución de una resistencia específica, expresada en términos de presión (por ejemplo, kg/cm<sup>2</sup>), y hacia la garantía de la durabilidad del concreto frente a las condiciones ambientales a las que estará expuesto.

- **Concreto Patrón 210 kg/cm<sup>2</sup>**

Tabla 11. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón 210 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>CANT</b>	<b>UND.</b>	<b>TIPO</b>
A.G	1046	Kg/m <sup>3</sup>	Piedra chancada –Cantera Nieva
A.F	624	Kg/m <sup>3</sup>	Arena – Cantera Nieva
H <sub>2</sub> O	227	L	Potable de la zona
Cemento	408	Kg/m <sup>3</sup>	Tipo I – Pacasmayo
<b>Proporción en peso</b>			
	Arena	Piedra	Agua
1.0	1.53	2.57	23.7 Lts/pie <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Las cantidades específicas de resistencia de cada material por metro cúbico, así como el peso de sus respectivos agregados, proporcionando información detallada sobre cada elemento.

- **Concreto adicionando Ceniza Volante de un patrón 210kg/cm<sup>2</sup>**

Tabla 12. Diseño de mezcla + 15% de ceniza volante

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TIPO</b>	
A.G	833	Kg/m <sup>3</sup>	Piedra chancada – Cantera Nieva	
A.F	778	Kgm <sup>3</sup>	Arena – Cantera Nieva	
H <sub>2</sub> O	227	L	Potable de la zona	
Cement.	408	Kg/m <sup>3</sup>	Tipo I – Pacasmayo	
C.volante	53	Kg/m <sup>3</sup>	De la zona	
<b>Prop.de peso</b>				
Cemento	Arena	Piedra	C. Volante	Agua
1	1.91	2.04	0.13	23.7

Fuente: Elaboración propia

Esta mezcla incluye un 15% de ceniza volante proveniente de la cantera Nieva, combinada con cemento tipo I y agua potable local.

Tabla 13. Diseño de mezcla + 25% de ceniza volante

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TIPO</b>	
A.G	819	Kg/m3	Piedra chancada – Cantera Nieva	
A.F	756	Kgm3	Arena – Cantera Nieva	
H2O	227	L	Potable de la zona	
Cement.	408	Kg/m3	Tipo I – Pacasmayo	
C.volante	70	Kg/m3	De la zona	
Proporción En Peso				
Cemento	Arena	Piedra	C.Volante	Agua
1.0	1.85	2.01	0.17	23.7 Lts/pie3

Fuente: Elaboración propia

Muestra la cantidad de materiales por metro cúbico, incluyendo un 25% de ceniza, cemento tipo I y agregados de la cantera Nieva.

Tabla 14. Diseño de mezcla + 25% de ceniza de volante

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico</b>				
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TIPO</b>	
A.G	811	Kg/m3	Piedra chancada – Cantera Nieva	
A.F	741	Kgm3	Arena – Cantera Nieva	
H2O	227	L	Potable de la zona	
Cement.	408	Kg/m3	Tipo I – Pacasmayo	
C.volante	87	Kg/m3	De la zona	
Proporción En Peso				
Cemento	Arena	Piedra	C.Volante	Agua
1.0	1.82	1.99	0.21	23.7 Lts/pie3

Fuente: Elaboración propia

El diseño de la mezcla, que incluye un 25% de ceniza volante y las proporciones de cada material por metro cúbico, con el propósito de evaluar su adecuación para el diseño.

Tabla 15. Diseño de mezcla + 30% de ceniza volante

<b>Cantidad de materiales por metro cúbico</b>					
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tipo</b>		
A.G	803	Kg/m3	Piedra chancada – Cantera Nieva		
A.F	727	Kgm3	Arena – Cantera Nieva		
H2O	227	L	Potable de la zona		
Cement.	408	Kg/m3	Tipo I – Pacasmayo		
C.volante	103	Kg/m3	De la zona		
<b>Proporción En Peso</b>					
	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>	<b>C. Volante</b>	<b>Agua</b>
	1.0	1.78	1.97	0.27	23.7 Lts/pie3

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de materiales agregados por metro cúbico para establecer el diseño de mezcla con un 30% de ceniza volante.

### **Ensayo de Peso Unitario**

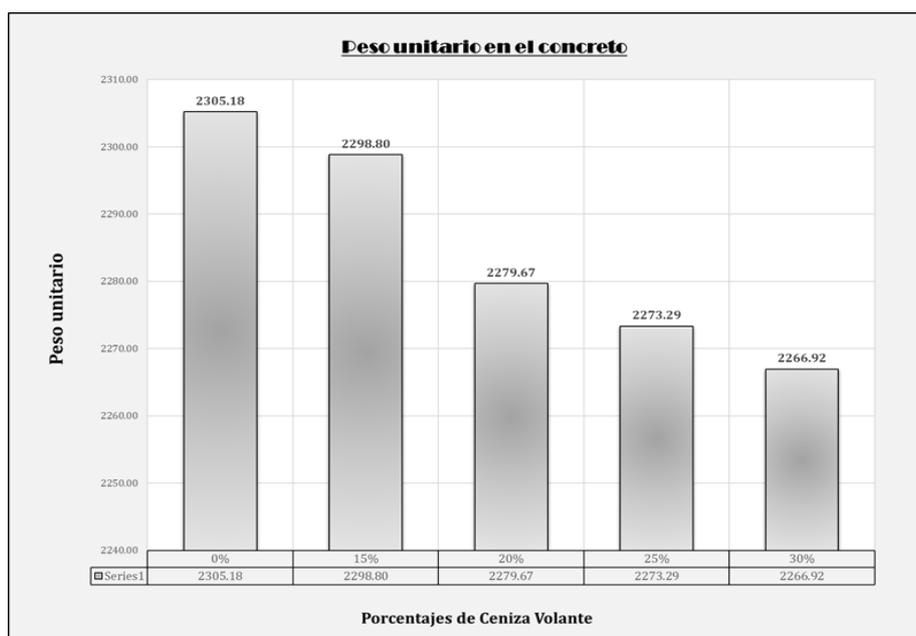
Tabla 106. Cálculo de peso unitario de la mezcla 210 kg/cm2 más ceniza Volante

<b>MUESTRA</b>	<b>% C. Volante</b>	<b>Peso unitario</b>
Concreto + Ceniza volante	0%	2305.18 kg/m3
Concreto + Ceniza volante	15%	2298.80 kg/m3
Concreto + Ceniza volante	20%	2279.67 kg/m3
Concreto + Ceniza volante	25%	2273.29 kg/m3
Concreto + Ceniza volante	30%	2266.92 kg/m3

Fuente: Elaboración propia

A medida que aumenta el porcentaje de ceniza volante en la mezcla de concreto, el peso unitario disminuye. Esto sugiere que, al reemplazar parte del material convencional, la ceniza volante contribuye a reducir el peso total de la mezcla.

Gráfico 4. Gráfico del peso unitario del concreto



Fuente: Elaboración propia

El peso unitario con los diferentes porcentajes.

- **Ensayo de Asentamiento**

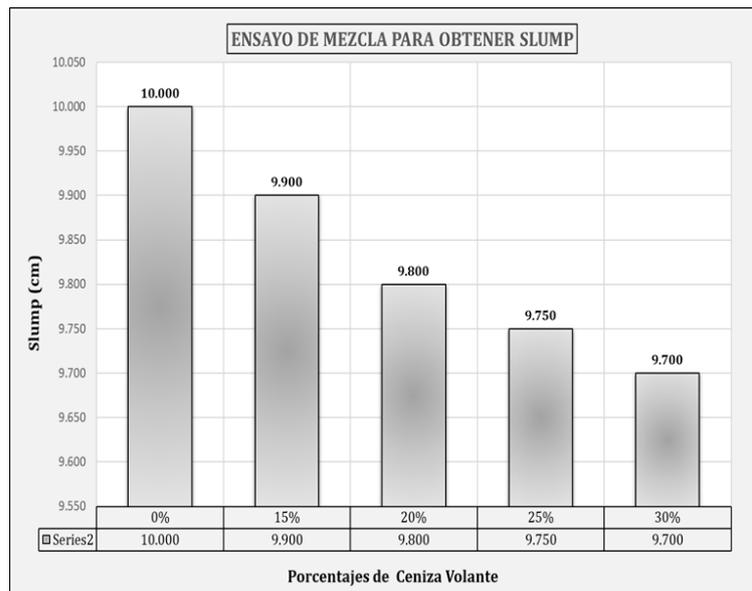
Tabla 17. Ensayo de asentamiento + ceniza volante

MUESTRA	% C.Volante	Slump (cm)	variación de slump (cm)
f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	0%	10.000	0.00
+ 15% C.Volante	15%	9.900	0.10
+ 20% C.Volante	20%	9.800	0.20
+ 25% C.Volante	25%	9.750	0.25
+ 30% C.Volante	30%	9.700	0.30

Fuente: Elaboración propia

Al incrementar el porcentaje de ceniza volante en la mezcla de concreto, el asentamiento se reduce ligeramente. El asentamiento es un indicador de la trabajabilidad del concreto fresco; una reducción en el asentamiento puede indicar una mezcla más seca o menos fluida. En este contexto, la incorporación de ceniza volante parece disminuir un poco la trabajabilidad de la mezcla, aunque las variaciones son mínimas y podrían ser manejables en aplicaciones prácticas.

Gráfico 5. Gráfico del Slump del concreto



Fuente: Elaboración propia

Se observa un asentamiento mayor que cuando se añade la ceniza volante

El estudio investigó el efecto de incorporar ceniza volante en la resistencia a la compresión del concreto. Se efectuaron ensayos de resistencia a la compresión en muestras con distintos porcentajes de ceniza volante, así como en concreto estándar, durante períodos de 7, 14 y 28 días. Este enfoque proporcionó una evaluación detallada de la influencia de la ceniza volante en la fortaleza del concreto a medida que cura con el tiempo.

## A. Concreto Patrón

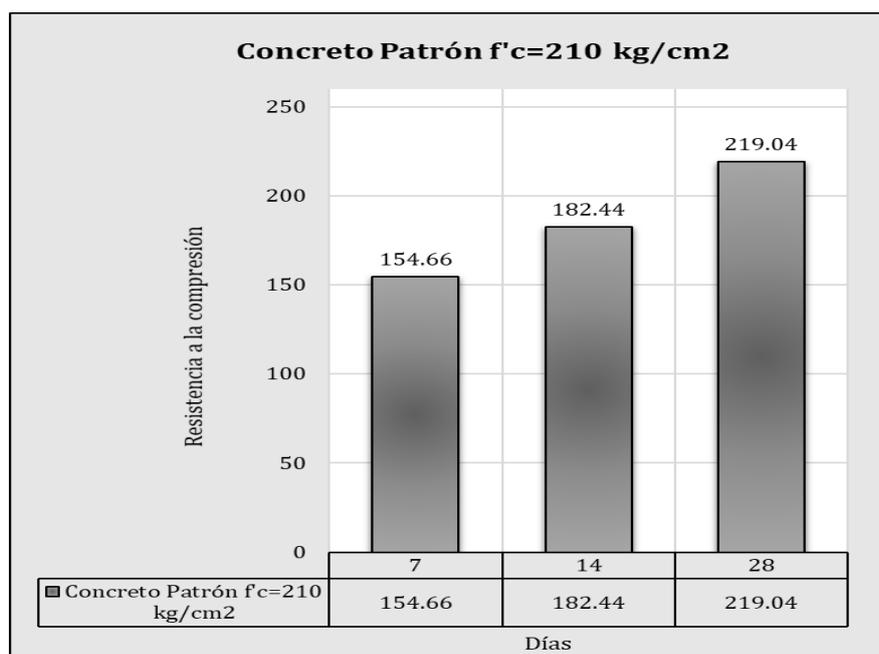
Tabla 18. Resultados del cálculo de  $f'c$  del concreto patrón.

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	Porcentaje (%)
CP - 01	Concreto patrón 210 kg/cm <sup>2</sup>	25/04/2023	7	02/05/2023	154.06	154.66	73.65%
CP - 02		25/04/2023	7	02/05/2023	154.68		
CP - 03		25/04/2023	7	02/05/2023	155.24		
CP - 04		25/04/2023	14	09/05/2023	182.21	182.44	86.88%
CP - 05		25/04/2023	14	09/05/2023	182.52		
CP - 06		25/04/2023	14	09/05/2023	182.59		
CP - 07		25/04/2023	28	23/05/2023	218.39	219.04	104.31%
CP - 08		25/04/2023	28	23/05/2023	219.20		
CP - 09		25/04/2023	28	23/05/2023	219.54		

Fuente: Elaboración propia

A los 7 días, las muestras CP-01 a CP-03 alcanzaron una resistencia promedio de 154.66 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa el 73.65% de la resistencia prevista. A los 14 días, las muestras CP-04 a CP-06 mostraron un aumento en la resistencia con un promedio de 182.44 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 86.88% de la resistencia deseada. Luego, a los 28 días, las muestras CP-07 a CP-09 superaron la resistencia prevista, con un promedio de 219.04 kg/cm<sup>2</sup>, representando el 104.31% de la resistencia objetivo. Estos resultados siguen un patrón común en el concreto, donde la resistencia aumenta con el tiempo debido al proceso de curado y a la continua hidratación del cemento.

Gráfico 6. Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la resistencia del concreto patrón aumenta a medida que transcurren más días de ensayo, ya sea a los 7, 14 o 28 días.

### B. Concreto modificado incorporando ceniza volante.

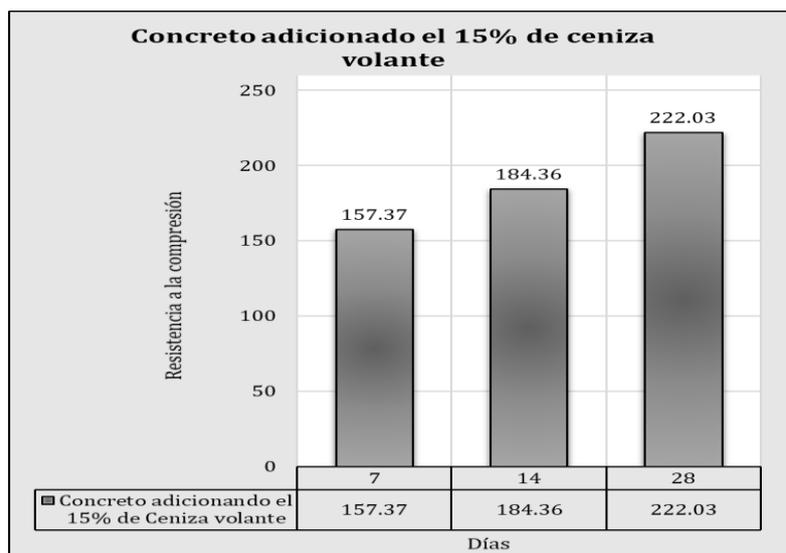
Tabla 19. Resultados del cálculo de  $f'c$  del concreto patrón + 15% de ceniza volante.

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f'c$ (kg/cm2)	Promedio	Porcentaje (%)
CPC1 -01	Concreto	26/04/2023	7	03/05/2023	156.95	157.37	74.94%
CPC1 -02	210 kg/cm2+	26/04/2023	7	03/05/2023	157.18		
CPC1 -03	15% de	26/04/2023	7	03/05/2023	157.99		
CPC1 -04	Ceniza	26/04/2023	14	10/05/2023	183.71	184.36	87.79%
CPC1 -05	Volante	26/04/2023	14	10/05/2023	184.31		
CPC1 -06		26/04/2023	14	10/05/2023	185.06		
CPC1 -07		26/04/2023	28	24/05/2023	221.32	222.03	105.73%
CPC1 -08		26/04/2023	28	24/05/2023	221.46		
CPC1 -09		26/04/2023	28	24/05/2023	223.31		

Fuente: Elaboración propia

Muestra los resultados de ensayos de resistencia a la compresión en muestras de concreto con una resistencia diseñada de 210 kg/cm<sup>2</sup> y un 15% de ceniza volante, vertidas el 26 de abril de 2023. Se llevaron a cabo pruebas a los 7, 14 y 28 días posteriores al vertido. A los 7 días, las muestras CPC1-01 a CPC1-03 alcanzaron un promedio de 157.37 kg/cm<sup>2</sup>, representando el 74.94% de la resistencia prevista. A los 14 días, las muestras CPC1-04 a CPC1-06 mostraron un aumento en la resistencia, promediando 184.36 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 87.79% de la resistencia objetivo. Finalmente, a los 28 días, las muestras CPC1-07 a CPC1-09 superaron la resistencia prevista, con un promedio de 222.03 kg/cm<sup>2</sup>, que es el 105.73% de la resistencia planeada.

Gráfico 7. Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón +15% de adición



Fuente: Elaboración propia

Se presenta la gráfica con la resistencia la compresión de 7, 14 y 28 días.

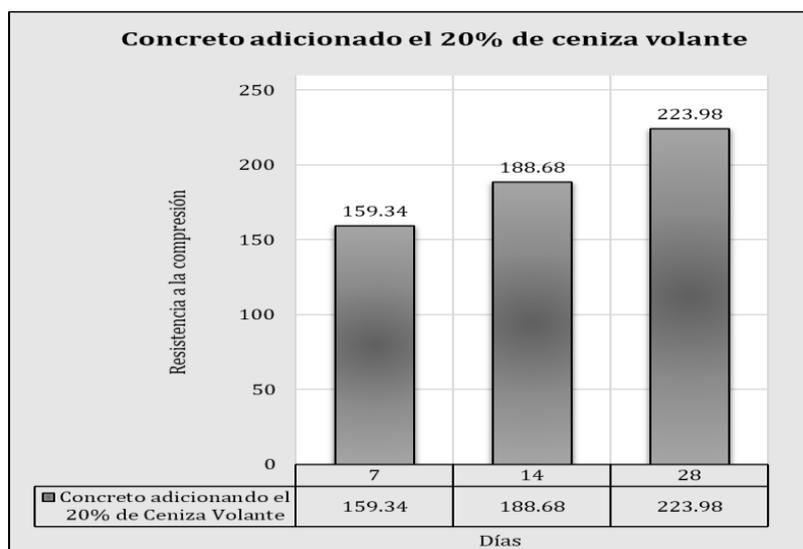
Tabla 20. Resultados del cálculo de  $f_c$  del concreto patrón + 20% de ceniza volante

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	Porcentaje (%)
CPC2 -01		27/04/2023	7	04/05/2023	158.93		
CPC2 -02		27/04/2023	7	04/05/2023	159.26	159.34	75.88%
CPC2 -03		27/04/2023	7	04/05/2023	159.83		
CPC2 -04	Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> +20% de Ceniza volante	27/04/2023	14	11/05/2023	188.03		
CPC2 -05		27/04/2023	14	11/05/2023	188.73	188.68	89.85%
CPC2 -06		27/04/2023	14	11/05/2023	189.27		
CPC2 -07		27/04/2023	28	25/05/2023	223.15		
CPC2 -08		27/04/2023	28	25/05/2023	223.73	223.98	106.66%
CPC2 -09		27/04/2023	28	25/05/2023	225.05		

Fuente: Elaboración propia

Las pruebas se realizaron a los 7, 14 y 28 días después del vertido. A los 7 días, las muestras CPC2-01 a CPC2-03 mostraron una resistencia promedio de 159.34 kg/cm<sup>2</sup>, representando el 75.88% de la resistencia deseada. A los 14 días, las muestras CPC2-04 a CPC2-06 mostraron un aumento en la resistencia, alcanzando un promedio de 188.68 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 89.85% de la resistencia objetivo. Finalmente, a los 28 días, las muestras CPC2-07 a CPC2-09 superaron la resistencia diseñada, obteniendo un promedio de 223.98 kg/cm<sup>2</sup>, que es el 106.66% de la resistencia planeada.

Gráfico 8. Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón +20% de adición.



Fuente: Elaboración propia

Observamos la resistencia a la comprensión a los 7, 14 y 28 días con el 20% de ceniza volante.

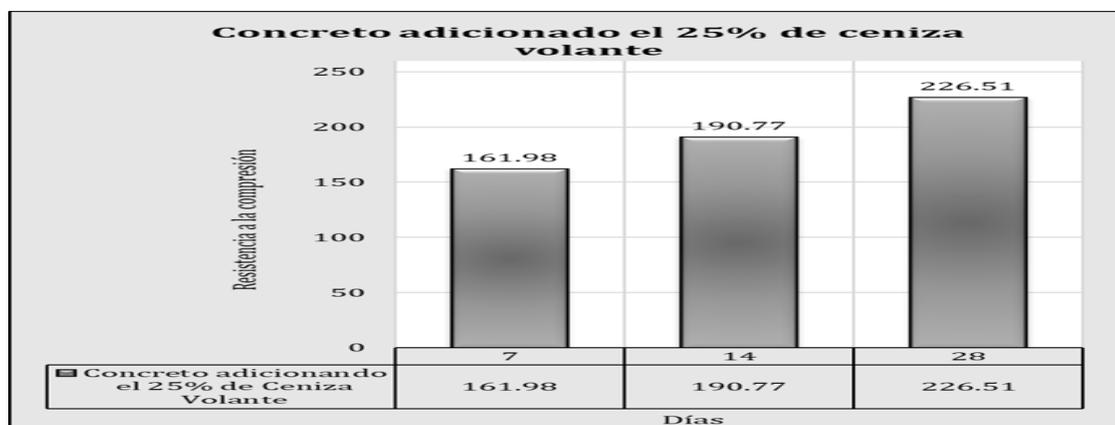
Tabla 21. Resultados del cálculo de  $f'c$  del concreto patrón + 25% de ceniza volante

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	Porcentaje (%)
CPC3 -01		28/04/2023	7	05/05/2023	161.49		
CPC3 -02		28/04/2023	7	05/05/2023	162.18	161.98	77.13%
CPC3 -03	Concreto	28/04/2023	7	05/05/2023	162.27		
CPC3 -04	210	28/04/2023	14	12/05/2023	190.03		
CPC3 -05	kg/cm <sup>2</sup> +25%	28/04/2023	14	12/05/2023	190.67	190.77	90.84%
CPC3 -06	de Ceniza	28/04/2023	14	12/05/2023	191.60		
CPC3 -07	Volante	28/04/2023	28	26/05/2023	226.15		
CPC3 -08		28/04/2023	28	26/05/2023	226.41	226.51	107.86%
CPC3 -09		28/04/2023	28	26/05/2023	226.98		

Fuente: Elaboración propia

La tabla ilustra cómo el concreto con un 25% de ceniza volante, diseñado para alcanzar una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, evoluciona en su resistencia a la comprensión con el tiempo. Las muestras, vertidas el 28 de abril de 2023, exhiben un aumento gradual en su resistencia: registran 161.98 kg/cm<sup>2</sup> (77.13% de la resistencia deseada) a los 7 días, 190.77 kg/cm<sup>2</sup> (90.84%) a los 14 días, y finalmente, superan la resistencia prevista con 226.51 kg/cm<sup>2</sup> (107.86%) a los 28 días. Este progreso subraya el fortalecimiento notable del concreto a lo largo del proceso de curado, beneficiado significativamente por la adición del 25% de ceniza volante.

Gráfico 9. Resistencia a compresión del concreto patrón +25% de adición



Fuente: Elaboración propia

Observamos la resistencia a la comprensión a los 7, 14 y 28 días con el 25% de ceniza volante.

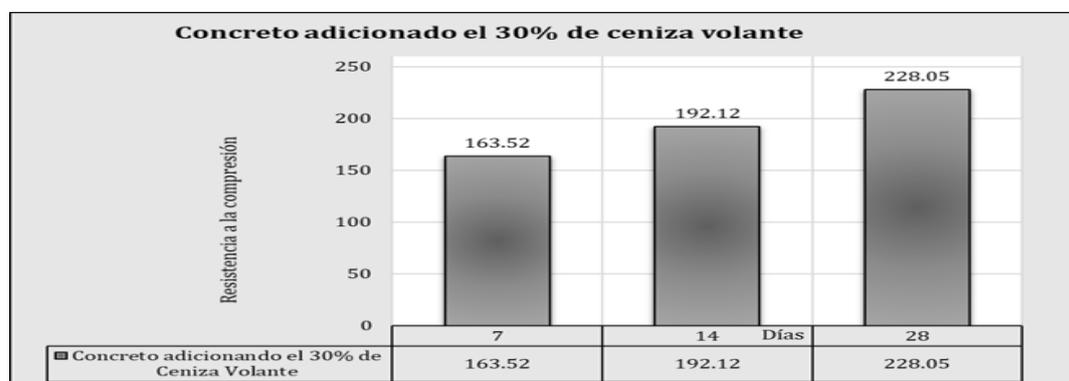
Tabla 22. Resultados del cálculo de f'c del concreto patrón + 30% de ceniza volante

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	f'c (kg/cm2)	Promedio	Porcentaje (%)
CPC1 -01		29/04/2023	7	06/05/2023	162.07		
CPC1 -02		29/04/2023	7	06/05/2023	163.91	163.52	77.87%
CPC1 -03	Concreto	29/04/2023	7	06/05/2023	164.58		
CPC1 -04	210 kg/cm2+	29/04/2023	14	13/05/2023	191.19		
CPC1 -05	30% de	29/04/2023	14	13/05/2023	191.83	192.12	91.48%
CPC1 -06	Ceniza	29/04/2023	14	13/05/2023	193.33		
CPC1 -07	Volante	29/04/2023	28	27/05/2023	227.31		
CPC1 -08		29/04/2023	28	27/05/2023	227.56	228.05	108.60%
CPC1 -09		29/04/2023	28	27/05/2023	229.29		

Fuente: Elaboración propia

Revelan un aumento continuo en la resistencia a lo largo del tiempo. A los 7 días, las muestras alcanzan una media de 163.52 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa el 77.87% de la resistencia deseada. A los 14 días, este valor se eleva a 192.12 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 91.48% de la resistencia objetivo. Finalmente, a los 28 días, las muestras exceden la meta establecida con una resistencia de 228.05 kg/cm<sup>2</sup>, lo que supone el 108.60% de la resistencia planeada.

**Gráfico 10.** Gráfico de la resistencia a compresión del concreto patrón +30% de adición

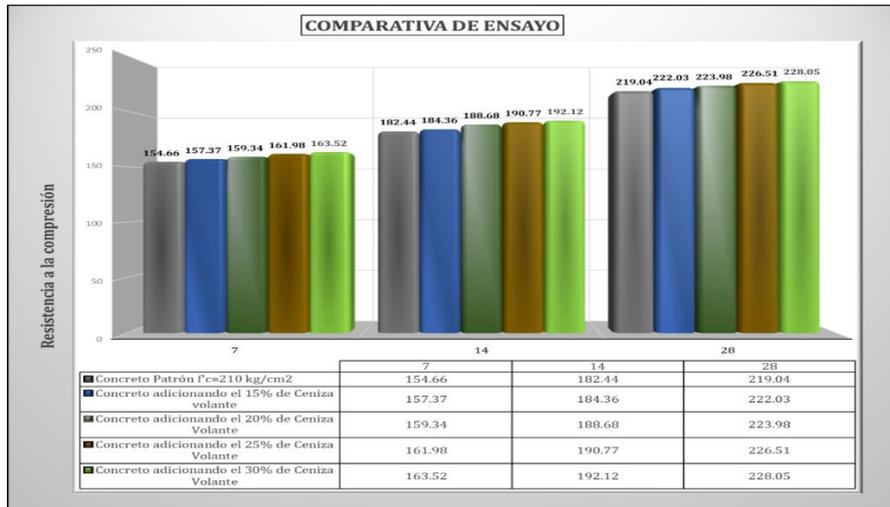


Fuente: Elaboración propia

Observamos que la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con el 30% de ceniza volante.

### Comparación de resultados

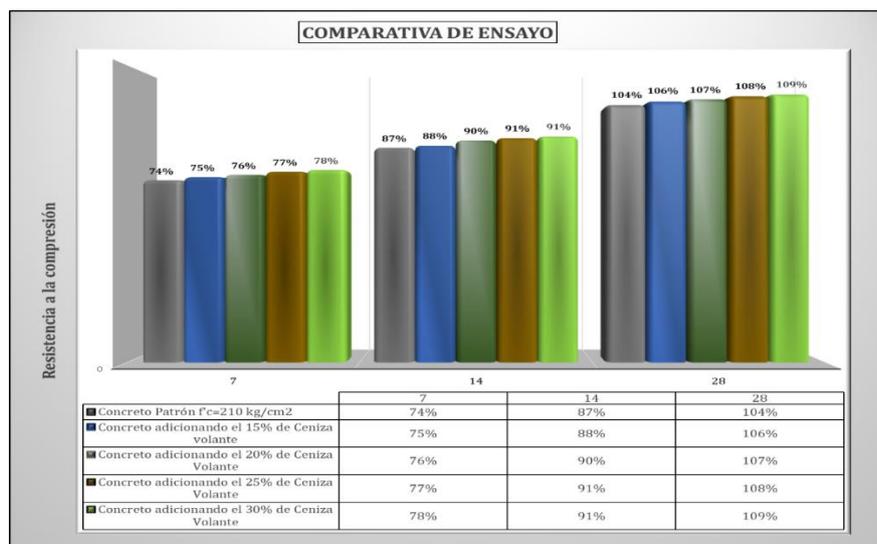
Gráfico 11. Cuadro comparativo (kg/m<sup>2</sup>) para el concreto patrón más adición el 15%, 20%, 25% y 30% de ceniza volante



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto, en kg/cm<sup>2</sup>. Esta tabla incluye comparaciones entre el concreto de referencia y variantes del mismo con incorporaciones de ceniza volante del 15%, 20% y 25%.

Gráfico 12. Cuadro comparativo (%) para el concreto patrón más adición el 15%, 20%, y 25% y 30% de ceniza volante.



Fuente: Elaboración propia

## **Análisis de las Propiedades Mecánicas del Concreto: Resistencia a la Flexión**

Con el objetivo de investigar la influencia de la ceniza volante, se planteó la ejecución de pruebas de resistencia a la flexión en un concreto de referencia y en muestras experimentales con diferentes proporciones de ceniza volante. Estas pruebas se llevaron a cabo a intervalos de 7, 14 y 28 días, permitiendo obtener una evaluación precisa de los resultados.

### **A. Concreto Patrón**

Tabla 113. Resultados del cálculo de  $f_c$  del concreto patrón.

Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Mr	Mr promedio
			(días)	(P) (Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>CP-01</b>	25/04/2023	02/05/2023	7	1,241	22.70	
<b>CP-02</b>	25/04/2023	02/05/2023	7	1,246	22.83	22.88
<b>CP-03</b>	25/04/2023	02/05/2023	7	1,251	23.10	
<b>CP-04</b>	25/04/2023	09/05/2023	14	1,381	24.89	
<b>CP-05</b>	25/04/2023	09/05/2023	14	1,376	23.68	24.41
<b>CP-06</b>	25/04/2023	09/05/2023	14	1,360	24.66	
<b>CP-07</b>	25/04/2023	23/05/2023	28	1,421	25.66	
<b>CP-08</b>	25/04/2023	23/05/2023	28	1,432	24.68	25.33
<b>CP-09</b>	25/04/2023	23/05/2023	28	1,422	25.64	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados reflejan un incremento en la resistencia a la flexión del concreto con el tiempo, lo cual es típico debido al proceso de curado y fortalecimiento de la matriz del concreto.

Gráfico 13. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la flexión al concreto patrón se tiene una resistencia a los 7 días de 22.88, a los 14 días de 24.41, a los 28 días de 25.33.

### B. Concreto modificado incorporando ceniza volante

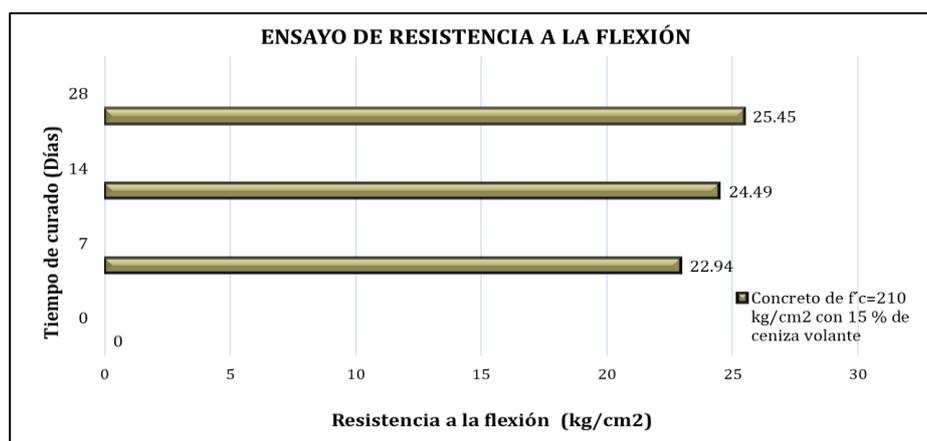
Tabla 24. Resultados del cálculo de  $f'_c$  del concreto patrón + 15% de ceniza volante

Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Mr	Mr promedio
			(días)	(P) (Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )
1	26/04/2023	03/05/2023	7	1,265	22.76	22.94
2	26/04/2023	03/05/2023	7	1,270	22.99	
3	26/04/2023	03/05/2023	7	1,275	23.07	
4	26/04/2023	10/05/2023	14	1,390	24.80	24.49
5	26/04/2023	10/05/2023	14	1,395	23.82	
6	26/04/2023	10/05/2023	14	1,400	24.84	
7	26/04/2023	24/05/2023	28	1,445	25.78	25.45
8	26/04/2023	24/05/2023	28	1,450	24.68	
9	26/04/2023	24/05/2023	28	1,460	25.90	

Fuente: Elaboración propia

Muestra un crecimiento progresivo en la resistencia a la flexión del concreto, probado a los 7, 14 y 28 días tras ser vaciado el 26 de abril de 2023. Inicialmente, a los 7 días, las muestras alcanzaron un promedio de resistencia de 22.94 Kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, el promedio aumentó a 24.49 Kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, a los 28 días, el promedio de resistencia ascendió a 25.45 Kg/cm<sup>2</sup>, reflejando una mejora continua durante el periodo de curado.

Gráfico 14. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón +15% de adición



Fuente: Elaboración propia

La gráfica actual muestra cómo la adición del 15% de ceniza volante afecta la resistencia a la flexión del concreto a lo largo del tiempo. Se observa que la resistencia inicial a los 7 días es de 22.94, incrementando a 24.49 a los 14 días y alcanzando 25.45 a los 28 días.

Tabla 25. Resultados del cálculo de  $f'_c$  del concreto patrón + 20% de ceniza volante

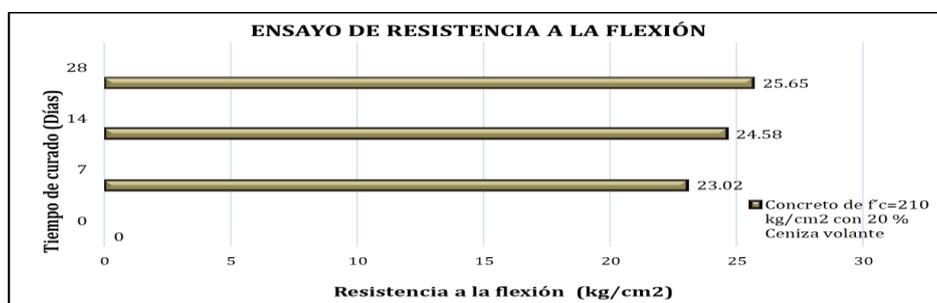
Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Mr	Mr promedio
			(días)	(P) (Kg)	(Kg/cm²)	(Kg/cm²)
1	27/04/2023	04/05/2023	7	1,270	22.90	
2	27/04/2023	04/05/2023	7	1,275	23.04	23.02
3	27/04/2023	04/05/2023	7	1,280	23.13	
4	27/04/2023	11/05/2023	14	1,395	24.83	
5	27/04/2023	11/05/2023	14	1,400	23.97	24.58
6	27/04/2023	11/05/2023	14	1,405	24.95	
7	27/04/2023	25/05/2023	28	1,460	25.95	
8	27/04/2023	25/05/2023	28	1,465	24.88	25.65
9	27/04/2023	25/05/2023	28	1,470	26.10	

Fuente: Elaboración propia

Se muestra un aumento progresivo en la resistencia a la flexión del concreto con el tiempo. Inicialmente, a los 7 días, las muestras soportaron entre 1,270 y 1,280 kg, con un promedio de resistencia de 23.02 Kg/cm². A los 14 días, las muestras incrementaron su resistencia a un promedio de 24.58 Kg/cm², soportando entre 1,395 y 1,405 kg. Finalmente, a los 28 días, la resistencia promedio aumentó a

25.65 Kg/cm<sup>2</sup>, con cargas entre 1,460 y 1,470 kg. Estos datos demuestran una mejora constante en la resistencia a la flexión del concreto.

Gráfico 15. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón +20% de adición



Fuente: Elaboración propia

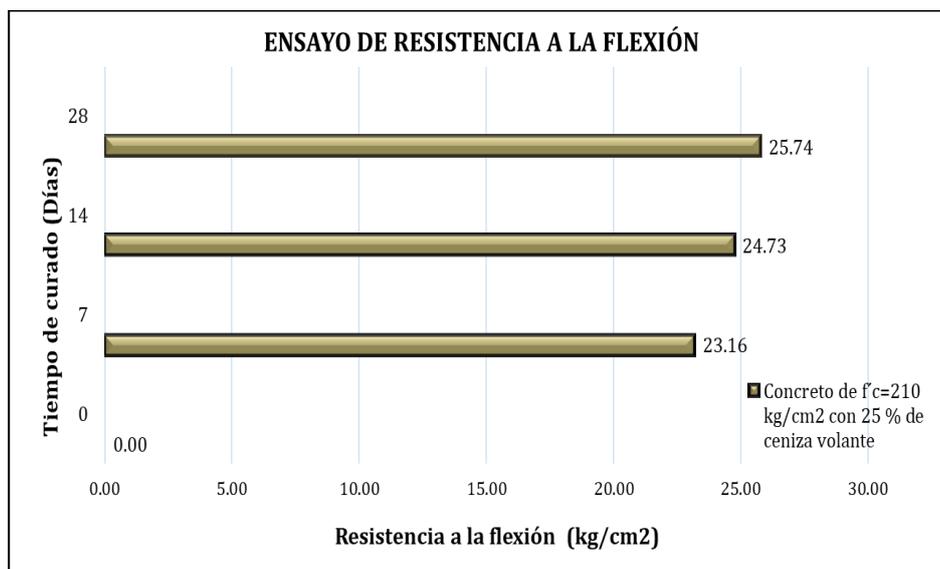
Se ilustra el efecto del 20% de ceniza volante en la resistencia a la flexión del concreto, mostrando un incremento progresivo en el tiempo. Inicialmente, a los 7 días, la resistencia registrada es de 23.02, que aumenta a 24.58 a los 14 días, y finalmente alcanza 25.65 a los 28 días.

Tabla 26. Resultados del cálculo de  $f'_c$  del concreto patrón + 25% de ceniza volante

Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Mr	Mr
			(días)	(P) (Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28/04/2023	05/05/2023	7	1,280	22.98	23.16
2	28/04/2023	05/05/2023	7	1,285	23.23	
3	28/04/2023	05/05/2023	7	1,290	23.28	
4	28/04/2023	12/05/2023	14	1,410	25.09	24.73
5	28/04/2023	12/05/2023	14	1,415	24.00	
6	28/04/2023	12/05/2023	14	1,420	25.08	
7	28/04/2023	26/05/2023	28	1,470	26.09	25.74
8	28/04/2023	26/05/2023	28	1,475	24.99	
9	28/04/2023	26/05/2023	28	1,480	26.15	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón +25% de adición



Fuente: Elaboración propia

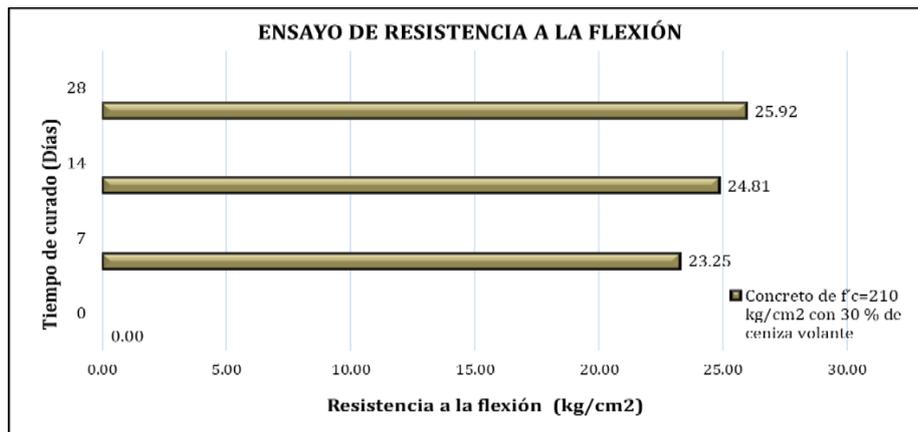
La adición de un 25% de ceniza volante impacta la resistencia a la flexión del concreto. Se observa que la resistencia inicial es de 23.16 a los 7 días, que se eleva a 24.73 a los 14 días, y asciende a 25.74 a los 28 días.

Tabla 27. Resultados del cálculo de  $f'c$  del concreto patrón + 30% de ceniza volante

Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Mr	Mr promedio
			(días)	(P) (Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )
1	29/04/2023	06/05/2023	7	1,285	23.07	23.25
2	29/04/2023	06/05/2023	7	1,290	23.32	
3	29/04/2023	06/05/2023	7	1,295	23.37	
4	29/04/2023	13/05/2023	14	1,415	25.18	24.81
5	29/04/2023	13/05/2023	14	1,420	24.08	
6	29/04/2023	13/05/2023	14	1,425	25.17	
7	29/04/2023	27/05/2023	28	1,480	26.27	25.92
8	29/04/2023	27/05/2023	28	1,485	25.16	
9	29/04/2023	27/05/2023	28	1,490	26.33	

Fuente: Elaboración propia

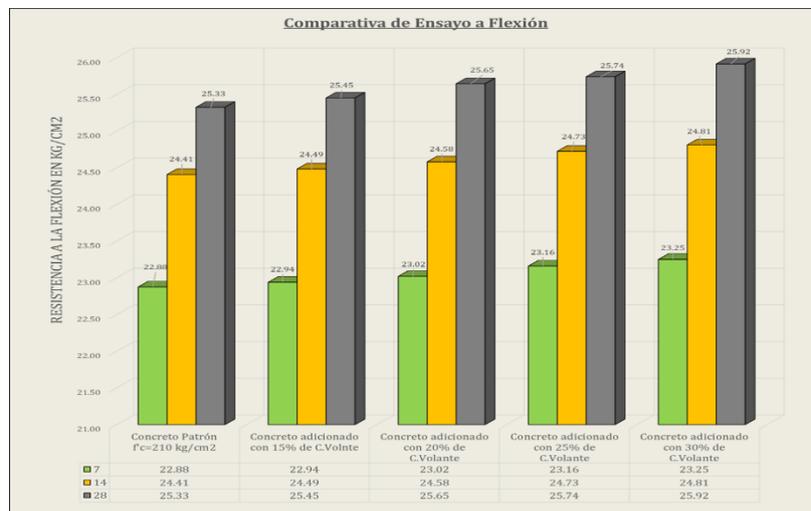
Gráfico 17. Gráfico de la resistencia a flexión del concreto patrón +30% de adición



Fuente: Elaboración propia

Indica que la resistencia a la flexión del concreto con 30% de ceniza volante aumenta de 23.25 a los 7 días a 25.92 a los 28 días, mostrando el pico máximo de resistencia tras 28 días de curado. Un resumen comparativo de estos resultados se presenta en la figura siguiente.

Gráfico 18: Cuadro comparativo (kg/m<sup>2</sup>) para el concreto patrón más adición el 15%, 20%, 25% y 30% de ceniza volante



Fuente: Elaboración propia

Nos muestra una comparativa de los resultados del ensayo de flexión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>) para el concreto patrón y con adiciones de ceniza volante al 15%, 20%, 25% y 30%.

## V. DISCUSIÓN

En esta investigación, el objetivo principal fue establecer la dosificación ideal para un concreto estándar que alcance una resistencia específica de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Para mejorar las propiedades de resistencia a la compresión y a la flexión de dicho concreto, se sugirió incorporar cenizas volantes como un ingrediente adicional en su mezcla. Como parte del proceso investigativo, se llevó a cabo un estudio granulométrico de las cenizas volantes. Este estudio desveló que el tamiz N°4, con una abertura de 4.750 mm, retuvo la mayor cantidad de material, indicando un módulo de fineza de 2.17. Sin embargo, se observó que la distribución granulométrica obtenida no cumplía con los límites previamente establecidos, lo que plantea un área de discusión respecto a las implicancias de estos hallazgos en la dosificación del concreto y su comportamiento final.

Posteriormente, se realizó un análisis granulométrico del agregado fino, revelando que el tamiz N°3/8" con una abertura de 9.520 mm retenía el peso más significativo, presentando un módulo de fineza de 3.11. Esta observación demostró que la distribución de tamaño del agregado fino se ajustaba a los estándares establecidos por la normativa vigente, asegurando así su conformidad con las especificaciones requeridas.

En la continuación del estudio, se analizó la granulometría del agregado grueso, encontrando que tanto su tamaño máximo (TM) como su tamaño máximo nominal (TMN) correspondían a 1". Al igual que con el agregado fino, la distribución de tamaño del agregado grueso se situó dentro de los rangos aceptables según la normativa. Este cumplimiento confirmó la adecuación del agregado grueso a las normas establecidas, evidenciando su idoneidad para la mezcla de concreto en estudio.

En conclusión, la realización de estos análisis granulométricos ha sido crucial para la optimización de la dosificación y selección de materiales, con el propósito de realzar las características de resistencia del concreto estándar. Adicionalmente, la evaluación de la humedad promedio en los agregados fino y grueso aportó datos valiosos; específicamente, el agregado fino presentó un contenido de humedad del 0.7%, mientras que el agregado grueso mostró un menor contenido, de solo el 0.3%.

Se identificaron parámetros cruciales sobre la densidad de los agregados, incluyendo su peso unitario en estados suelto y compactado, tanto húmedo como seco. Para el agregado fino, los valores registrados fueron: 1550 kg/m<sup>3</sup> en estado suelto, 1735 kg/m<sup>3</sup> en compactado húmedo y 1722 kg/m<sup>3</sup> en compactado seco. En cuanto al agregado grueso, se observaron valores de 1489 kg/m<sup>3</sup> en suelto, 1484 kg/m<sup>3</sup> en suelto seco, 1565 kg/m<sup>3</sup> en compactado húmedo y 1560 kg/m<sup>3</sup> en compactado seco. Estos datos son esenciales para comprender las propiedades físicas de los agregados usados en la mezcla de concreto y su impacto en la calidad y comportamiento del producto final.

En nuestro análisis de las características físicas de los agregados, utilizamos técnicas de evaluación para determinar el peso específico y la capacidad de absorción de los agregados fino y grueso. Los hallazgos mostraron que el agregado fino presenta un peso específico de masa (PEM) de 2.263 g/cm<sup>3</sup>, alcanza un peso específico en estado de saturación superficialmente seco (PEMSSS) de 2.302 g/cm<sup>3</sup>, y exhibe una capacidad de absorción de 0.7%.

Por su parte, el agregado grueso mostró un peso específico de masa (PEM) de 2.636 g/cm<sup>3</sup>, un peso específico en condición de saturación superficialmente seca (PEMSSS) de 2.661 g/cm<sup>3</sup>, y una tasa de absorción de 0.94%. Estas mediciones son fundamentales para el diseño eficaz de mezclas de concreto, ya que influyen directamente en la elección de las proporciones de componentes para alcanzar características óptimas en el concreto, como el peso y la durabilidad. Comprender cómo los agregados absorben agua y su densidad es esencial para prever el comportamiento y las cualidades finales del concreto

Este estudio se alinea con las normas técnicas establecidas y se complementa con investigaciones similares, como la realizada por Sun et al. (2022) en la Universidad de Gante, específicamente en la Facultad de Ingeniería Estructural y Materiales de Construcción. Este equipo de investigación se enfocó en la posibilidad de sustituir la escoria de alto horno granulada (BFS) por cenizas volantes (FA) en hormigón activado por alcalinos (AAM), buscando incrementar el porcentaje de reemplazo. Sus descubrimientos indicaron una notable reducción del 21.1% en el calor de hidratación, un descenso del 60% en el asentamiento y una mejora en la resistencia a la compresión después de 28 días.

Este cambio en la composición del hormigón no solo afectó positivamente la reactividad y la trabajabilidad inicial, sino que también mejoró la resistencia a la compresión del material.

Durante la fase de diseño de la mezcla de concreto, se efectuaron cálculos detallados para producir muestras con características fluidas y una dosificación exacta de las propiedades deseadas del concreto. Comenzamos preparando una muestra de referencia de concreto con una resistencia específica de 210 kg/cm<sup>2</sup>, empleando el método recomendado por la American Concrete Institute (ACI) 211. A esta base, se añadió ceniza volante en proporciones variadas, generando cinco formulaciones distintas: la muestra de referencia, más variantes con incrementos del 15%, 20%, 25%, y finalmente, 30% de ceniza volante.

Para evaluar los efectos de la incorporación de ceniza volante en las características del concreto, se realizaron múltiples pruebas. Una de ellas, el ensayo de peso unitario en concreto fresco, indicó una disminución constante del peso a medida que se incrementaba el porcentaje de ceniza volante, pasando de 2305.18 kg/m<sup>3</sup> en la muestra base a 2266.92 kg/m<sup>3</sup> en la mezcla que incluía un 30% de ceniza volante. Otro ensayo relevante fue el de asentamiento, el cual arrojó luz sobre la trabajabilidad y fluidez de las mezclas. La muestra de referencia tuvo un asentamiento de 10 cm, indicativo de su fluidez, pero esta medida experimentó una leve reducción al aumentar la cantidad de ceniza volante, registrando un asentamiento de 9.7 cm en la mezcla con un 30% de ceniza. Este conjunto de ensayos no solo refleja la influencia de la ceniza volante en las propiedades físicas del concreto sino también su potencial para ajustar y mejorar la formulación de concretos según necesidades específicas.

Los hallazgos de nuestra investigación están en concordancia con las normativas técnicas establecidas en Perú, y encuentran respaldo en el estudio de Yuda et al. (2022). Dicha investigación examinó el rendimiento de un material estabilizado con cemento y ceniza de carbón al 100% (CACSM), conforme a las directrices de diseño de pavimentos de la AASHTO de 1993. Utilizando la prueba de fluidez de caída ASTM D6103 para evaluar la trabajabilidad y la prueba de módulo ASTM C469 para medir la rigidez, los resultados revelaron que el CACSM es viable como material de base en pavimentaciones sin requerir agregados adicionales. Esta alternativa se distingue por un tiempo de fraguado

extendido, una resistencia mejorada proporcional a la inclusión de ceniza de carbón, una menor emisión de carbono y un incremento en el módulo de elasticidad, en comparación con el hormigón tradicional.

En nuestro estudio, se llevaron a cabo ensayos de resistencia a la compresión en muestras de concreto estándar y en versiones modificadas con diversas cantidades de ceniza volante. Estos ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días, lo que permitió una evaluación detallada de la progresión de la resistencia. Para el concreto de referencia, cuya resistencia inicial estimada era de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se registraron aumentos en la resistencia a la compresión, con valores promedio de 154.66 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 182.44 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 219.04 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

La incorporación de ceniza volante en diferentes proporciones mejoró la resistencia a la compresión del concreto en todas las variantes analizadas. Con un 15% de ceniza volante, se observaron resistencias promedio de 157.37 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 184.36 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 222.03 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Aumentando la proporción a un 20%, las resistencias fueron de 159.34 kg/cm<sup>2</sup>, 188.68 kg/cm<sup>2</sup> y 223.98 kg/cm<sup>2</sup> para los mismos intervalos de tiempo, respectivamente. Al usar un 25% de ceniza, las resistencias medias se elevaron a 161.98 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 190.77 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 226.51 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con un 30% de ceniza volante, se registraron resistencias de 163.52 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 192.12 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 228.05 kg/cm<sup>2</sup> al cabo de 28 días. Estos datos subrayan el papel crucial de la ceniza volante en la mejora de la resistencia y sostenibilidad del concreto, respaldando normativas técnicas peruanas y estudios como el de Kumar, Ghost y Dey (2021), que destacan su beneficio en la resistencia sísmica de las conexiones viga-columna. Además, la investigación reveló incrementos significativos en la resistencia a la flexión del concreto al adicionar ceniza volante en proporciones del 15% al 30%, siendo el 30% la más efectiva.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el contenido promedio de humedad en el agregado fino es del 0.7%, en contraste con el agregado grueso, que registra un contenido de humedad promedio de solo el 0.3%.
2. Se determina que el proceso de diseño de mezcla, que incluye cálculos precisos y la adición de ceniza volante siguiendo el método A.C.I. 211, resulta en concretos con propiedades óptimas. Se partió de una base de concreto patrón con una resistencia inicial de 210 kg/cm<sup>2</sup> para la realización de estos ensayos.
3. Se concluye tras comparar los resultados, que el concreto enriquecido con un 30% de ceniza volante muestra una superioridad en términos de resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón, destacándose como la mezcla más eficaz.
4. La comparativa de los resultados indica que la variante de concreto con un 30% de ceniza volante sobresale por su desempeño superior en resistencia a la flexión, en comparación con el concreto estándar, estableciéndose como la opción más destacada.

## VII. RECOMENDACIONES

- Para investigaciones futuras que busquen explorar temáticas similares, se recomienda emplear la metodología de investigación desarrollada y validada en este estudio para recolectar información referente a la resistencia a la compresión y flexión de concretos con una inclusión de 210 kg/cm<sup>2</sup> de ceniza volante. Dicha información proporcionará un fundamento sólido para la realización de investigaciones de ingeniería de mayor complejidad.
- Se insta enfáticamente a adherirse a las directrices establecidas por el procedimiento de diseño de la AASHTO 93 y las normativas del Reglamento Nacional de Edificaciones en lo que respecta al diseño y ejecución de pavimentos. Cumplir con estas recomendaciones asegurará la eficacia y longevidad de las estructuras pavimentadas, optimizando su rendimiento y durabilidad a largo plazo.
- Se sugiere actualizar el diseño de pavimentos flexibles con las últimas investigaciones y tecnologías, impulsando así la innovación y ofreciendo oportunidades para futuros investigadores y estudiantes.
- Se recomienda realizar más investigaciones sobre la ceniza volante como aditivo para concreto, enfocándose en su durabilidad, resistencia a condiciones extremas y su impacto ambiental. Esto enriquecerá el conocimiento sobre su uso en construcciones sostenibles.

## REFERENCIAS

- Akmal Zulkipli, M., & NizamTahar, K. (2018). Multirotor UAV-Based Photogrammetric Mapping for Road Design. *International Journal of Optics*, 2018. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2018/1871058>
- Aleman Vásquez, H., Juarez Reyes, F., & Nerio Aguilar, J. (2015). Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final col. Quezaltepeque-Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras. (Tesis de Pregrado). Universidad De El Salvador, El Salvador. Retrieved from <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7856/1/Tesis%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20de%20Camino%20Vecinal%20Monta%C3%B1oso.pdf>
- Alvarado Peralta, W., & Martinez Cárdenas, L. (2017). Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wiash según criterios de seguridad y economía. (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/622668>
- Álvarez, P., Fernández, M., Gordaliza, A., Mansilla, A., & Molinero, A. (2020). Geometric road design factors affecting the risk of urban run-off crashes. A case-control study. *PLoS ONE*, 15(6), 15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234564>
- Asadi Bagloee, S., Sarvi, M., Patriksson, M., & Asadi, M. (2018). Optimization for Roads' Construction: Selection, Prioritization, and Scheduling. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 33, 833-848. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/mice.12370>
- Awwad, M. (2021). Studying the Effects of Roads Geometry and Design Parameters on the Pavement Drainage System. *Civil Engineering Journal*, 7(1), 49-58. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.28991/cej-2021-03091636>
- Babapour, R., Naghdi, R., Ghajar, I., & Ghodsi, R. (2018). New strategies for estimation of cut and fill areas in road design with different ground cross-section offsets. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33(2), 178-187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02827581.2017.1338748>

- Bing, X., Wei, Q., Lu, J., Li, C., & Zhang, Y. (2018). Sustainable Highway Design: Disentangling the Effects of Geometric-Related and Traffic-Related Factors on Urban Highway Traffic Emissions. *Hindawi Advances in Civil Engineering*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2018/7514612>
- Correa Valderrama, E. (2017). The role of Tertiary Roads in the construction of a new country. *Revista de Ingeniería*(45), 64-71. <https://doi.org/https://doi.org/10.16924/revinge.45.9>
- Correa Valderrama, E. (2017). The role of Tertiary Roads in the construction of a new country. *Revista de Ingeniería*(45), 64-71. <https://doi.org/https://doi.org/10.16924/revinge.45.9>
- Delzo Cuyubamba, F. (2018). Propuesta de diseño geométrico y señalización del tramo 5 de la red vial vecinal empalme ruta AN-111 – Tingo Chico, provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, departamento de Huánuco. (*Tesis de Pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12616/D\\_ELZO\\_CUYUBAMBA\\_PROPUESTA\\_DISE%c3%91O\\_GEOMETRICO\\_TESIS.pdf?sequence=6&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12616/D_ELZO_CUYUBAMBA_PROPUESTA_DISE%c3%91O_GEOMETRICO_TESIS.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Donnell, E., Kersavage, K., & Zineddin, A. (2018). Self-Enforcing Roadways. *Public Roads*, 82(3), 4-7.
- Forbes, G. (2020). Visual Grouping and Its Application to Road Design and Traffic Control. *Transactions on Transport Sciences*, 11(1), 55-64. <https://doi.org/https://doi.org/10.5507/tots.2019.003>
- Huaripata Carmona, J. (2018). Evaluación del diseño geométrico de la carretera no pavimentada de bajo volumen de tránsito tramo C.P. el tambo – C.P. Laguna Santa Úrsula con respecto al Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de tránsito-MTC. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Retrieved from <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1984/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Jiang, W., Yuan, D., Sha, A., Huang, Y., Shan, J., & Li, P. (2021). Design of a Novel Road Pavement Using Steel and Plastics to Enhance Performance, Durability and Construction Efficiency. *Materials*, 14(482). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ma14030482>
- Kang, Y., & Ferris, J. (2018). Performance Margin for Geometric Road Design. *SAE Int. J. Passeng. Cars – Mech. Syst.* /, 11(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.4271/06-11-04-0022>
- Khair, K., Mohamed, Z., Mohammad, R., Farouk, H., & Elhadi Ahmed, M. (2018). A Management Framework to Reduce Delays in Road Construction Projects in Sudan. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43, 1925–1940. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13369-017-2806-6>
- Khair, K., Mohamed, Z., Mohammad, R., Farouk, H., & Elhadi Ahmed, M. (2018). A Management Framework to Reduce Delays in Road Construction Projects in Sudan. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43, 1925–1940. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13369-017-2806-6>
- Li, Q., Wang, K., Qiu, S., Zhang, Z., & Moravec, M. (2015). Development of simplified traffic loading for secondary road pavement design. *International Journal of Pavement Engineering*, 16(2), 97–104. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/10298436.2014.926446>
- Liu, A., Cao, L., Han, Y., Gao, S., Li, X., & Zhao, W. (2021). Design of a low-power road monitoring system for smart cities based on Wireless Sensor Network. *Advances in Transportation Studies: an international Journal Section B*, 53, 183-196. <https://doi.org/https://doi.org/10.4399/979128041434212>
- Liu, A., Cao, L., Han, Y., Gao, S., Li, X., & Zhao, W. (2021). Design of a low-power road monitoring system for smart cities based on Wireless Sensor Network. *Advances in Transportation Studies: an international Journal Section B*, 53, 183-196. <https://doi.org/https://doi.org/10.4399/979128041434212>
- Liu, M., Agarwal, J., & Blockley, D. (2016). Vulnerability of road networks. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 33(2), 147-175. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/10286608.2016.1148142>

- Luin, B., & Petelin, S. (2017). Impact of road geometry on vehicle energy consumption. *Transport Problems Problemy Transportu*, 12(2), 77-87. <https://doi.org/https://doi.org/10.20858/tp.2017.12.2.8>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones-MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG - 2018)*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Retrieved from [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- MTC. (2017). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima: Fondo Editorial de la Biblioteca Nacional del Perú. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/300718/d161133\\_opt.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/300718/d161133_opt.pdf)
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG - 2018)*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- Narvaez, L. (2017). Tertiary roads: engine of rural economic development. *Revista de Ingeniería*(45), 80-87.
- Narvaez, L. (2017). Tertiary roads: engine of rural economic development. *Revista de Ingeniería*(45), 80-87.
- Oliverio Martínez, E. (2017). A Maintenance and Improvement Plan for Tertiary Roads. *Revista de Ingeniería*, 45, 52-57.
- Šeporaitis, M., Vorobjovas, V., & Vaitkus, A. (2020). Evaluation of horizontal curve radius effect on driving speed in two lane rural road. Pilot Study. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 15(4), 252-270. <https://doi.org/https://doi.org/10.7250/bjrbe.2020-15.503>
- Vázquez Méndez, M. E., Casal, G., & Santamarina, D. (2018). A 3D Model for Optimizing Infrastructure Costs in Road Design. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 33, 423–439. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/mice.12350>

- Vázquez Méndez, M. E., Casal, G., & Santamarina, D. (2018). A 3D Model for Optimizing Infrastructure Costs in Road Design. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 33, 423–439.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/mice.12350>
- Virsis, E., Paeglitis, A., & Zarins, A. (2020). Road Design on low bearing capacity soils. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 15(3), 19–33.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.7250/bjrbe.2020-15.481>
- Zahid Ikram, M., & Zahir Faridi, M. (2017). Road Development and Poverty Alleviation: the Case Study of Southern Punjab. *Pakistan Journal of social Sciences (PJSS)*, 37(1), 255-272.
- Zaninovich, D. (2017). Regional roads and the need for shared management. *Revista de Ingeniería*(45), 72-79.

## ANEXOS

### ANEXO 01. Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas de recolección de información	Escala de medición
<b>Variable Independiente: ceniza volante</b>	Las cenizas volantes de la combustión son el residuo del carbón pulverizado obtenida de gases de combustión de los separadores mecánicos o electrostáticos o de las centrales eléctricas y son partículas esféricas irregulares más finas que el cemento Portland, los ataques de los sulfatos son más resistentes y menos permeables. (Mccarthy, Yakub & Csetenyi, 2022).	Dicha variable será utilizada en porcentajes como sustituto parcial del cemento	Dosis de ceniza volante	Diseño de patrón 0%	Observación	Nominal
				15% de ceniza volante		
				20% de ceniza volante		
				25% de ceniza volante		
				30% de ceniza volante		
<b>Variable Dependiente: Propiedades Físicas-Mecánicas del concreto de 210kg/cm2</b>	Una mezcla que contiene cemento, agua y aditivos opcionales. cuando se procesa, tiene una estructura plástica maleable con una forma uniforme de pasta duradera, lo que lo convierte en un material adecuado para la construcción. (Mantallana, 2015)	Esta variable mediante se mide ensayos a la compresión a ya la flexión.	Propiedades físicas de concreto en estado fresco	Trabajabilidad (pulgadas)	Observación	Nominal
				Peso unitario kg/cm3		
				Contenidos de aire (%)		

## ANEXO 02. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES			METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b> <b>¿Cómo contribuyente los análisis de la Resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Lima 2022?</b></p>	<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar cómo contribuyen los análisis a la compresión y flexión 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023</li> </ul>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<p>Tipo y diseño de investigación:</p> <p>Este proyecto es aplicado según Tamayo (2003), busca modificar del concreto las propiedades mecánicas de 210 kg/cm<sup>2</sup> parcial mediante del cemento por ceniza volante en proporciones del 15%, 20%, 25% y 30%. Se adoptará un diseño experimental, también basado en Tamayo (2003), que implica la manipulación y control intencionados de las variables independientes (la proporción de ceniza volante) para observar los efectos en las variables dependientes (propiedades mecánicas del concreto)</p> <p>Población:</p> <p>Según Tamayo (2003), la población o universo como el conjunto se define total de elementos que satisfacen ciertas características específicas. En este estudio, se realizarán diez muestras de prueba conforme a las normativas del estándar ASTM31. Estas muestras serán consideradas como la</p>
	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar las propiedades mecánicas de los agregados y la granulometría de la ceniza volante, Nieva, 2023. Realizar el diseño de mezcla patrón <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> y con la incorporación de ceniza volante al 0%,15%, 20%; 25% y 30% Nieva, 2023</li> <li>Determinar la resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y las incorporaciones de ceniza volante los porcentajes 0%,15%,20%; 25% y 30% Nieva, 2023</li> <li>Mostrar la óptima resistencia a la compresión y flexión con las incorporaciones de</li> </ul>	Porcentaje de incorporación	0%,15%,20%,25% y 30%	<p>Ficha de Observación</p>	
		Propiedades físicas	Dimensión de partículas		
		Propiedades mecánicas	Peso específico y Resistencia		
		Propiedades mecánicas.	Peso específico y Resistencia		

	ceniza volante los porcentajes 0%,15%, 20%; 25% y 30% Nieva, 2023				<p>población representativa para evaluar y analizar aspectos críticos como a la compresión y la flexión del material en cuestión.</p> <p>Muestra:</p> <p>De acuerdo con Tamayo (2003), se define una muestra como un segmento seleccionado de una población más amplia, del cual se extrae información detallada para formular hipótesis de investigación. En el contexto de este estudio, la muestra está compuesta por ocho especímenes concretos, cada uno modificado específicamente con cenizas volantes para analizar sus efectos y propiedades.</p>
--	---	--	--	--	--

## ANEXO 03: Estudios de laboratorio de suelos



F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION  
S.A.C.

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS,  
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### ESTUDIO DE DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211 PARA EL PROYECTO:

#### “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM<sup>2</sup> CON CENIZA VOLANTE, NIEVA, 2023”

**SOLICITADO** : ELVER RQUEJO GOMEZ

**UBICACIÓN** : JAÉN,JAÉN,CAJAMARCA.

**RESPONSABLE** : ING. ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE

**FECHA** : JAÉN,MAYO - 2023



**F&M SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Viviana Villanueva Alcalde  
TÉCNICO LABORATORISTA



## INDICE

1. GENERALIDADES .....	3
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	3
1.2 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREÁ DE ESTUDIO .....	3
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA ESTUDIADA.....	3
3. LISTADOS DE NORMAS UTILIZADAS .....	4
3.1 ENSAYOS DE LABORATORIO ESTÁNDAR .....	4
4. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN .....	4
5. PARÁMETROS DE DISEÑO F'C 210 KG/CM2 .....	4
6. RESULTADOS DE DISEÑO .....	6
7. CONCLUSIONES.....	8
8. RECOMENDACIONES .....	9



ESPECIALISTAS EN  
F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Viviana Villanueva Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



## 1. GENERALIDADES

### 1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente Informe Técnico tiene como objetivo el diseño de mezcla de concreto, un patrón por el método del comité 211 del ACI para resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> y tres diseños adicionales con incorporación de ceniza volante al 15%, 20%, 25% y 30% para el proyecto "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM<sup>2</sup> CON CENIZA VOLANTE, NIEVA, 2023".

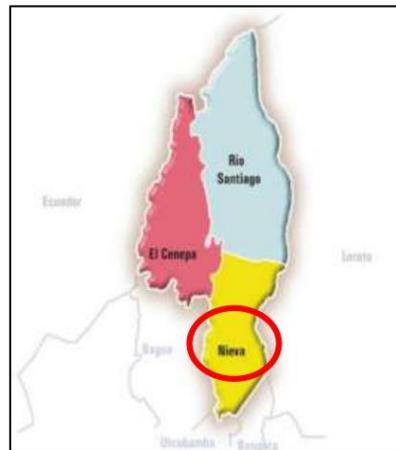
### 1.2 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREÁ DE ESTUDIO.

El siguiente Estudio de Agregados, fue desarrollado en concordancia con las siguientes normas:

A. Método del comité 211 del ACI.



IMG. 01: Departamento de Amazonas.



IMG. 02: Distrito De Nieva

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA ESTUDIADA

<b>CANtera:</b>	Nieva
<b>UBICACIÓN:</b>	Nieva
<b>PROPIETARIO:</b>	-

  
**F&M S.A.C.** ESPECIALIZADAS EN  
 INGENIERÍA DE SUELOS  
 Angélica Viviana Villanueva Alcaide  
 TÉCNICO LABORATORISTA



### 3. LISTADOS DE NORMAS UTILIZADAS

#### 3.1 ENSAYOS DE LABORATORIO ESTÁNDAR

- ✓ NTP 400.012: Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
- ✓ NTP 339.185: Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados finos y gruesos por secado.
- ✓ NTP 400.021. Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino y grueso.
- ✓ NTP 400.017. Agregados. Método de ensayo normalizado para peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso.
- ✓ NTP 339.046. Ensayo de densidad de peso unitario.
- ✓ NTP 339. 035. Ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.
- ✓ NTP 339. 034. Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

#### 4. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

En esta etapa se ha realizado el procedimiento para la extracción de muestras representativas del material de cantera, mediante los métodos señalados en las normas técnicas peruanas vigentes.

#### 5. PARÁMETROS DE DISEÑO F'c 210 KG/CM2

##### 5.1 RESISTENCIA DE DISEÑO DE UN PATRÓN F'c 210 KG/CM2.

CANTERA:	NIEVA
Resistencia (f'c):	210 kg/cm2
Relación agua cemento (A/C):	0.56
Agua de mezclado:	227 lt/m3
Contenido de aire atrapado (%A):	2.5%
Factor cemento (F.C):	9.6 bol/m3
Contenido de agregado grueso (A.G):	1046.00 kg/m3
Contenido de agregado fino (A.F):	624.00 kg/m3



ESPECIALISTAS EN  
F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Frisiana Vilhorneva Alcalde  
TÉCNICO LABORATORISTA



**5.2 RESISTENCIA DE DISEÑO DE UN PATRÓN F'C 210 KG/CM2 ADICIONANDO EL 15% CON CENIZA VOLANTE.**

CANTERA:	NIEVA
Resistencia (f'c):	210 kg/cm <sup>2</sup>
Relación agua cemento (A/C):	0.56
Agua de mezclado:	227 lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado (%A):	2.5%
Factor cemento (F.C):	9.6 bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso (A.G):	833.00 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado fino (A.F):	778.00 kg/m <sup>3</sup>
C. Volante (C.V):	53.00 kg/m <sup>3</sup>

**5.3 RESISTENCIA DE DISEÑO DE UN PATRÓN F'C 210 KG/CM2 ADICIONANDO EL 20% CON CENIZA VOLANTE.**

CANTERA:	NIEVA
Resistencia (f'c):	210 kg/cm <sup>2</sup>
Relación agua cemento (A/C):	0.56
Agua de mezclado:	227 lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado (%A):	2.5%
Factor cemento (F.C):	9.6 bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso (A.G):	819.00 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado fino (A.F):	756.00 kg/m <sup>3</sup>
C. Volante (C.V):	70.00 kg/m <sup>3</sup>

**5.4 RESISTENCIA DE DISEÑO DE UN PATRÓN F'C 210 KG/CM2 ADICIONANDO EL 25% CON CENIZA VOLANTE.**

CANTERA:	NIEVA
Resistencia promedio (f'c):	210 kg/cm <sup>2</sup>
Relación agua cemento (A/C):	0.56
Agua de mezclado:	227 lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado (%A):	2.5%
Factor cemento (F.C):	9.6 bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso (A.G):	811.00 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado fino (A.F):	741.00 kg/m <sup>3</sup>
C. Volante (C.V):	87.00 kg/m <sup>3</sup>


  
**F&M SAC**
  
 ESPECIALISTAS EN
   
 INGENIERÍA DE SUELOS
   
 Angélica Frisuma Páramo
   
 TÉCNICO LABORATORISTA



**5.5 RESISTENCIA DE DISEÑO DE UN PATRÓN F'C 210 KG/CM2 ADICIONANDO EL 30% CON CENIZA VOLANTE.**

CANTERA:	NIEVA
Resistencia (f'c):	210 kg/cm <sup>2</sup>
Relación agua cemento (A/C):	0.56
Agua de mezclado:	227 lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado (%A):	2.5%
Factor cemento (F.C):	9.6 bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso (A.G):	803.00 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado fino (A.F):	727.00 kg/m <sup>3</sup>
C. Volante (C.V):	112.00 kg/m <sup>3</sup>

**6. RESULTADOS DE DISEÑO**

**6.1 DOSIFICACIÓN DE DISEÑO CON UN PATRÓN DE UN F'C =210 KG/CM2.**

CANTERA:	Proporción en:	Cemento:	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
NIEVA	Peso:	1.00	1.53	2.57	23.7
	Volumen:	1.00	1.50	2.60	23.7

**6.2 DOSIFICACIÓN DE DISEÑO ADICIONANDO CON CENIZA VOLANTE AL 15% DE UN CONCRETO PATRON CON UN F'C =210 KG/CM2.**

CANTERA:	Proporción en:	Cemento:	Agregado Fino	Agregado Grueso	C.Volante	Agua
NIEVA	Peso:	1.00	1.91	2.04	0.13	23.70
	Volumen:	1.00	1.87	2.07	0.12	23.70

**6.3 DOSIFICACIÓN DE DISEÑO ADICIONANDO CON CENIZA VOLANTE AL 20% DE UN CONCRETO PATRON CON UN F'C =210 KG/CM2.**

CANTERA:	Proporción en:	Cemento:	Agregado Fino	Agregado Grueso	C.Volante	Agua
NIEVA	Peso:	1.00	1.85	2.01	0.17	23.70
	Volumen:	1.00	1.61	2.04	0.16	23.70



F&M SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Viviana Villanueva Alcalde  
TÉCNICO LABORATORISTA



**6.4 DOSIFICACIÓN DE DISEÑO ADICIONANDO CON CENIZA VOLANTE AL 25%  
DE UN CONCRETO PATRON CON UN F'C =210 KG/CM2.**

CANTERA:	Proporción en:	Cemento:	Agregado Fino	Agregado Grueso	C.Volante	Agua
NIEVA	Peso:	1.00	1.82	1.99	0.21	23.70
	Volumen:	1.00	1.78	2.02	0.20	23.70

**6.5 DOSIFICACIÓN DE DISEÑO ADICIONANDO CON CENIZA VOLANTE AL 30%  
DE UN CONCRETO PATRON CON UN F'C =210 KG/CM2.**

CANTERA:	Proporción en:	Cemento:	Agregado Fino	Agregado Grueso	C.Volante	Agua
NIEVA	Peso:	1.00	1.78	1.97	0.25	23.70
	Volumen:	1.00	1.74	2.00	0.23	23.70

**6.6 RESUMEN DEL ENSAYO DEL PESO UNITARIO PARA EL DISEÑO DE UN  
CONCRETO PATRÓN DE UN F'C =210 KG/CM2 CON ADICCIÓN DE CENIZA  
VOLANTE AL 15%,20% ,25 Y 30%.**

MUESTRA	% C. VOLANTE	PESO UNITARIO
f'c=210kg/cm2	0%	2305.18
f'c=210 kg/cm2+15% C. Volante	15%	2298.80
f'c=210 kg/cm2+20% C. Volante	20%	2279.67
f'c=210 kg/cm2+25% C. Volante	25%	2273.29
f'c=210 kg/cm2+30% C. Volante	30%	2266.92

**6.7 RESUMEN DEL ENSAYO DEL SLUMP PARA EL DISEÑO DE UN CONCRETO  
PATRÓN DE UN F'C =210 KG/CM2 CON ADICCIÓN DE CENIZA VOLANTE AL  
15%,20% ,25 Y 30%.**

MUESTRA	% C.VOLANTE	SLUMP(cm)	VARIACIÓN DE SLUMP (cm)
f'c=210kg/cm2	0%	10.00	0.00
f'c=210 kg/cm2+15% C. Volante	15%	9.90	0.10
f'c=210 kg/cm2+20% C. Volante	20%	9.80	0.20
f'c=210 kg/cm2+25% C. Volante	25%	9.75	0.25
f'c=210 kg/cm2+30% C. Volante	30%	9.70	0.30



**fmec sac** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Viviana Villanueva Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



**6.8 RESUMEN DE DISEÑO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON UN PATRÓN DE UN F'C =210 KG/CM2 CON ADICCIÓN DE FIBRA DE CENIZA VOLANTE AL 15%,20% ,25 Y 30%.**

Días	Concreto Patrón f'c=210 kg/cm2	Concreto adicionando el 15% con Ceniza volante	Concreto adicionando el 20% con ceniza volante	Concreto adicionando el 25% con ceniza volante	Concreto adicionando el 30% con ceniza volante
7	74%	75%	76%	77%	78%
14	87%	88%	90%	91%	91%
28	104%	106%	107%	108%	109%

**6.9 RESUMEN DE DISEÑO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON UN PATRÓN DE UN F'C =210 KG/CM2 CON ADICCIÓN DE FIBRA DE CENIZA VOLANTE AL 15%,20% ,25 Y 30%.**

Días	Concreto Patrón f'c=210 kg/cm2	Concreto adicionando el 15% con Ceniza volante	Concreto adicionando el 20% con ceniza volante	Concreto adicionando el 25% con ceniza volante	Concreto adicionando el 30% con ceniza volante
7	22.88	22.94	23.02	23.16	23.25
14	24.41	24.49	24.58	24.73	24.81
28	25.33	25.45	25.65	25.74	25.92

**7. CONCLUSIONES**

- ✓ El presente Informe Técnico corresponde al diseño de mezcla de concreto por el método del comité 211 del proyecto: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON CENIZA VOLANTE, NIEVA, 2023".
- ✓ La investigación corresponde a ensayos en laboratorio y análisis de resultados. Se extrajeron muestras representativas para verificar las características físicas de los agregados que conformaran la mezcla de concreto.
- ✓ El diseño de mezcla para una resistencia patrón de f'c =210 kg/cm2 por el método del comité del ACI, y tres diseños con adición de ceniza volante en porcentajes del 15%,20%,25 y 30%.



ESPECIALISTAS EN  
INGENIERIA DE SUELOS  
Angela Viviana Villanueva Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



- ✓ Se realizaron los ensayos de peso unitario y el slump para hacer un comparativo en su comportamiento de acuerdo a la adicción de ceniza volante en porcentajes del 15%,20%,25 y 30%.
- ✓ Del ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo que el concreto de mayor resistencia se obtiene del diseño de un concreto patrón de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adicción de ceniza volante al 30%.
- ✓ Del ensayo de resistencia a la flexión se obtuvo que el concreto de mayor resistencia se obtiene del diseño de un concreto patrón de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adicción de ceniza volante al 15%.
- ✓ Los resultados, conclusiones y recomendaciones indicados en el presente informe, deberán ser usados únicamente para el área investigada, no siendo válida la aplicación en otras zonas.

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda tener un especialista en la materia, para la elaboración del mezclado de concreto, a fin de garantizar la homogeneidad del material y a la vez realizar periódicamente los ensayos de laboratorio respectivos con la frecuencia estipulada en las Normas Técnicas Vigentes.
- ✓ Se deberá seguir rigurosamente el control de calidad durante el mezclado de concreto en obra, siguiendo las dosificaciones establecidas en el presente informe. De esta manera se garantizará la resistencia obtenida de acuerdo al diseño.
- ✓ Se recomienda utilizar las fuentes de agua para el humedecimiento del material, que cumplan con el requerimiento mínimo exigido bajo la Norma E-060.

  
F&M SAC ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Viviana Villanueva Alcázar  
TECNICO LABORATORISTA



# ANEXOS



**F&M SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
*Angela Patricia Villanueva Alcalde*  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**

# ENSAYOS PARA LA ADICIÓN



**FINCC SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Prieta Villanueva Alcalde  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON CENIZA VOLANTE, NIEVA,2023"

Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS

Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

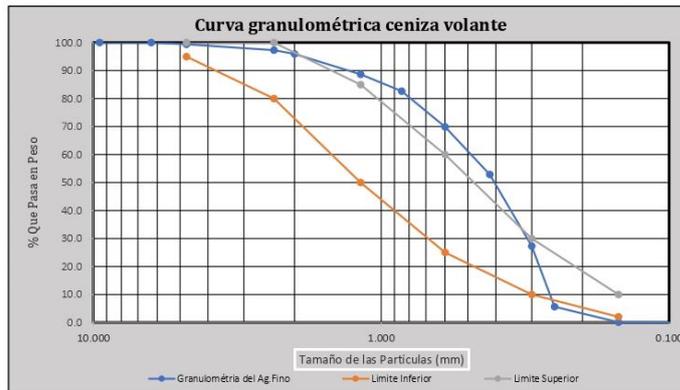
Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial :	203.6	gr
Muestra :	Ceniza Volante	

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0.00	0.000	0.000	100.0
3/8"	9.520	0.00	0.000	0.000	100.0
1/4"	6.300	0.00	0.000	0.000	100.0
Nº 4	4.750	1.21	0.594	0.594	99.4
Nº 8	2.360	4.32	2.122	2.717	97.3
Nº 10	2.000	2.71	1.331	4.048	96.0
Nº 16	1.180	14.91	7.325	11.373	88.6
Nº 20	0.850	12.11	5.949	17.323	82.7
Nº 30	0.600	26.02	12.783	30.106	69.9
Nº 40	0.420	34.61	17.003	47.109	52.9
Nº 50	0.300	52.12	25.606	72.714	27.3
Nº 60	0.250	44.12	21.675	94.390	5.6
Nº 100	0.150	11.21	5.507	99.897	0.1
Nº 200	0.075	0.21	0.103	100.000	0.0
FONDO		0.00	0.000	100.000	0.0

Módulo de fineza = 2.17

Abertura de malla de referencia = 4.750



F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
"FUNDACIÓN TECNOLÓGICA DEL  
TECNICO LABORATORISTA"



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

# ENSAYOS PARA DISEÑO DE MEZCLAS



**ESPECIALISTAS EN**  
**FINEC SAC INGENIERÍA DE SUELOS**  
*Angela Patricia Milagros Alcázar*  
**TÉCNICO LABORATORISTA**



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**

# ENSAYOS PARA DISEÑO DE MEZCLAS PATRON (210 Kg/Cm<sup>2</sup>)



ESPECIALISTAS EN  
**FINEC SAC** INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Patricia Villanueva Alcalde  
TÉCNICO LABORATORISTA



OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023".

Lugar: Nieva-Condorcanqui-Amazonas

Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

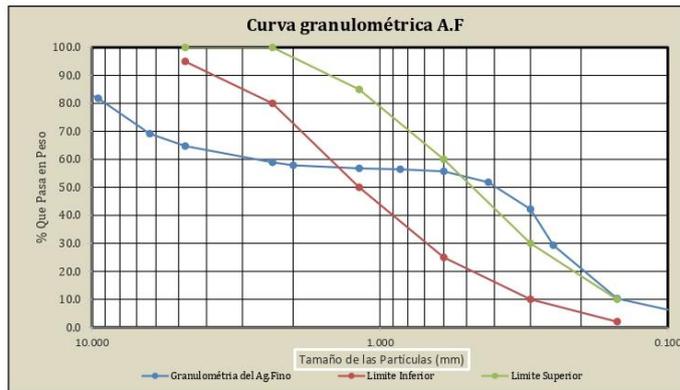
Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial :	389,8	gr
Muestra :	Nieva	

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg. 1/2"	12.700	46.30	11.878	88.1
3/8"	9.520	24.50	6.285	81.8
1/4"	6.300	49.30	12.648	69.2
Nº 4	4.750	17.20	4.413	64.8
Nº 8	2.360	22.80	5.849	58.9
Nº 10	2.000	4.10	1.052	57.9
Nº 16	1.180	4.30	1.103	56.8
Nº 20	0.850	1.20	0.308	56.5
Nº 30	0.600	2.80	0.718	55.7
Nº 40	0.420	15.30	3.925	51.8
Nº 50	0.300	37.40	9.595	42.2
Nº 60	0.250	50.30	12.904	29.3
Nº 100	0.150	74.20	19.035	10.3
Nº 200	0.075	26.70	6.850	3.4
FONDO	13.40	3.438	100.000	0.0

Módulo de fineza = 3.11

Abertura de malla de referencia = 4.750



ESPIONARIO EN  
INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringruc@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023".

Lugar: Nieva-Condorcanqui-Amazonas

Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

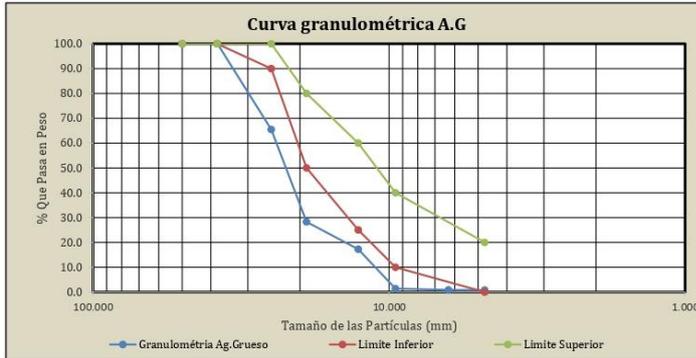
Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial : 3499.0 gr  
Muestra : Nieva

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
1 1/2"	38.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
1"	25.000	1208.1000	34.5270	34.527	65.5
3/4"	19.000	1301.800	37.2049	71.732	28.3
1/2"	12.700	386.500	11.0460	82.778	17.2
3/8"	9.520	555.600	15.8788	98.657	1.3
1/4"	6.300	16.300	0.4658	99.123	0.9
Nº 004	4.750	3.500	0.1000	99.223	0.8
FONDO		27.2000	0.7774	100.000	0.0

Tamaño Máximo = 1"  
Tamaño Máximo Nominal = 1"



ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering sac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023".

**Lugar:** Nieva-Condorcanqui-Amazonas

**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso unitario suelto y compactado del agregado fino**  
Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: **Nieva**

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9269	9257
2.- Peso del recipiente	(gr.)	5960	5960
3.- Peso de muestra	(gr.)	3309	3297
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0021	0.0021
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1553	1547
6.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1550</b>	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1539</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9655	9657
2.- Peso del recipiente	(gr.)	5960	5960
3.- Peso de muestra	(gr.)	3695	3697
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0021	0.0021
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1734	1735
6.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1735</b>	
7.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1722</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1819.80	1819.80
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	1807.90	1807.90
c.- Peso de recipiente	(gr.)	152.10	152.10
d.- Contenido de humedad	(%)	0.72	0.72
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.7</b>	

  
**FINEC SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERIA DE SUELOS  
Angela Frisara Vilanova Alcaldé  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023".

**Lugar:** Nieva-Condorcanqui-Amazonas

**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

#### Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: **Nieva**

#### 1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	31950	32050
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7350	7350
3.- Peso de muestra	(gr.)	24600	24700
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0166	0.0166
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1486	1492
6.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1489</b>	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1484</b>	

#### 2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	33350	33150
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7350	7350
3.- Peso de muestra	(gr.)	26000	25800
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0166	0.0166
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1571	1559
6.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1565</b>	
7.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1560</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2767	2767
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	2759.00	2759.00
c.- Peso de recipiente	(gr.)	153.90	153.90
d.- Contenido de humedad	(%)	0.31	0.31
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.3</b>	

  
**FINEC SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Patricia Villanueva Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023".  
**Lugar:** Nieva-Condorcanqui-Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso específico y Absorción del agregado fino**  
Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra: Nieva

**I. DATOS**

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	978.7
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	698.0
4.- Peso del agua	(gr)	280.7
5.- Peso del frasco	(gr)	198.0
6.- Peso de la muestra secada al horno + peso del frasco	(gr)	694.3
7.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	496.3
8.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0

**II.- RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.263
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.302
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.302
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.7

  
ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023".  
**Lugar:** Nieva-Condorcanqui-Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso específico y Absorción del agregado Grueso**  
Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra **Nieva**

**I. DATOS**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	1600.0
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1615.0
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	1808.0
4.- Peso de la canastilla	(gr)	800.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1008.0

**II.- RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.636
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.661
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.703
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.94

  
**F&M SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Patricia Villanueva Alcalde  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



Engineering and Construcción S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023"  
Lugar: Nieva-Condorcanqui-Amazonas  
Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

**DISEÑO DE RESISTENCIA**

F'c =  Kg/cm<sup>2</sup>

I.) Datos del agregado grueso Nieva

01.- Tamaño máximo nominal	1" pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2636 Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco	1560 Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco	1484 Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad	0.3 %
06.- Contenido de absorción	0.9 %

II.) Datos del agregado fino Nieva

07.- Peso específico seco de masa	2263 Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto	1539 Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad	0.7 %
10.- Contenido de absorción	0.7 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)	3.11

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días	F'cr	295 Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento	R <sup>a/c</sup>	0.56
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : DE LA ZONA		193 L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado		0 1.5 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.65 m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I		3150 Kg/m <sup>3</sup>

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- C e m e n t o	346	0.110			
b.- A g u a	193	0.193			
c.- A i r e	1.5	0.015			
d.- A r e n a	673	0.297	40	678	0.2
e.- G r a v a	1014	0.385	60	1017	6.4
	2228	1.000			7

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

C E M E N T O	346	Kg/m <sup>3</sup>
A G U A	200	L/m <sup>3</sup>
A R E N A	678	Kg/m <sup>3</sup>
P I E D R A	1017	Kg/m <sup>3</sup>
	2241	

VI.) Tanda de ensayo

	1.000 m <sup>3</sup>
F / cemento (en bolsas)	8.2
R <sup>a/c</sup> de diseño	0.557
R <sup>a/c</sup> de obra	0.576
	2240.874

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	1.96	2.93	24.5	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	1.91	2.97	24.5	Lts/pie <sup>3</sup>

ESPECIALIDAD EN  
FÍSICA DE SUELOS  
Asociada al Sistema de Normas de Acreditación  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringssac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante,  
**Lugar:** Nieva-Condorcanqui-Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:  
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)  
RECOMENDACIÓN ACI 211**

DISEÑO DE RESISTENCIA

F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Ajuste de agua de tanda**

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
320	0.320

**Consistencia del concreto fresco (Slump)**

Slump teórico del diseño  
Slump obtenido en comprobación  
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	101.6
4	100
Litros	0.32

**Peso unitario del concreto fresco**

Nº de prueba	Sin / Cort	Corregida
Nº de molde	A	A
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 43500	43500
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup> 0.0157	0.0157
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m <sup>3</sup> 2305	2305

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO**

01.- Numero de prueba	
02.- Número de molde	
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr.
04.- Peso del molde	gr.
05.- Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup>
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m <sup>3</sup>

Resistencia a los 7 días

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	25/04/2023	02/05/2023	15	27224.82	154	73
Ensayo a los 7 días	25/04/2023	02/05/2023	15	27333.96	155	74
Ensayo a los 28 días	25/04/2023	23/05/2023	15	38592.72	218	104
Ensayo a los 28 días	25/04/2023	23/05/2023	15	38735.52	219	104

F&M S.A.C. ESPECIALISTAS EN  
INGENIERIA DE SUELOS  
Angelita Fiviama Villanueva Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023".

**Lugar:** Nieva-Condorcanqui-Amazonas

**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

RECOMENDACIÓN ACI 211

#### DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

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

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : PACASMAYO TIPO I  
2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS:

Agregado fino:

- Nieva
- 1.- Peso específico de masa : 2.263 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.302 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto : 1539 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado : 1722 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción : 0.7 %  
6.- Contenido de humedad : 0.7 %  
7.- Módulo de fineza : 3.11 adimensional

Agregado grueso:

- Nieva
- 1.- Peso específico de masa : 2.636 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.661 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto : 1484 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado : 1560 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción : 0.9 %  
6.- Contenido de humedad : 0.3 %  
7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal : 1" Pulg.

Granulometría:

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	6.3	81.8
Nº 04	4.4	64.8
Nº 08	5.8	58.9
Nº 16	1.1	56.8
Nº 30	0.7	55.7
Nº 50	9.6	42.2
Nº 100	19.0	10.3
Fondo	13.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	34.5	65.5
3/4"	37.2	28.3
1/2"	11.0	17.2
3/8"	15.9	1.3
Nº 04	0.1	1.2
Fondo	0.8	0.5

#### Resultados del diseño de mezcla:

- Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2305 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 154 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 74 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.6 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.56

#### Cantidad de materiales por metro cúbico:

- Cemento : 408 Kg/m<sup>3</sup> : PACASMAYO TIPO I  
Agua : 227 L : DE LA ZONA  
Agregado fino : 624 Kg/m<sup>3</sup> : Nieva  
Agregado grueso : 1046 Kg/m<sup>3</sup> : Nieva

Proporción en peso:	Cemento	Arena	Piedra	Agua
	1.0	1.53	2.57	23.7 Lts/pe <sup>3</sup>
Proporción en volumen:	1.0	1.50	2.60	23.7 Lts/pe <sup>3</sup>

F&M SAC INGENIERÍA EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angel Yviana Villanueva Acuña  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

# **DISEÑO DE MEZCLAS CON ADICIÓN DE CENIZA VOLANTE AL 15% DE UN PATRÓN (210 Kg/Cm<sup>2</sup>)**



**F&M SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
*Angela Viviana Villanueva Alcázar*  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".  
**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA + 15% DE CENIZA VOLANTE  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

I.) Datos del agregado grueso NIEVA		
01.- Tamaño máximo nominal		1" pulg.
02.- Peso específico seco de masa		2636 Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco		1560 Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco		1484 Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad		0.3 %
06.- Contenido de absorción		0.9 %
II.) Datos del agregado fino NIEVA		
07.- Peso específico seco de masa		2263 Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto		1539 Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad		0.7 %
10.- Contenido de absorción		0.7 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)		3.11
III.) Datos de la mezcla y otros		
12.- Resistencia especificada a los 28 días	$F'_{cr}$	295 Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento	$R_{a/c}$	0.56
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua		193 L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado		0 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.519 m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento		3150 Kg/m <sup>3</sup>

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

			Corrección por humedad	Agua Efectiva
a.- C e m e n t o	346	0.110		
b.- A g u a	193	0.193		
c.- A i r e	2.5	0.025		
d.- A r e n a	826	0.365	51 832	0.2
e.- G r a v a	809	0.307	49 812	5.1
	2177	1.000		5

V.) Resultado final de diseño (húmedo)		VI.) Tanda de ensayo		1.000 m <sup>3</sup>	
C E M E N T O	346 Kg/m <sup>3</sup>	346.499 kg	$F'_{cemento}$ (en bolsas)		8.2
A G U A	198 L/m <sup>3</sup>	198.340 L	$R_{a/c}$ de diseño		0.557
A R E N A	832 Kg/m <sup>3</sup>	832.075 kg	$R_{a/c}$ de obra		0.572
P I E D R A	812 Kg/m <sup>3</sup>	811.591 kg			
C. VOLANTE	51.97 Kg/m <sup>3</sup>	51.975 kg			
	2240	2240.480			

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

	1.0	2.40	2.34	0.15	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	2.40	2.34	0.15	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	2.35	2.37	0.15	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>

EMPRESA REGISTRADA EN  
**FINEC S.A.C.** INGENIERÍA DE SUELOS  
ANEXO TÉCNICO INGENIERÍA DE OBRAS  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".

**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas

**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:  
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)  
RECOMENDACIÓN ACI 211**

DISEÑO DE RESISTENCIA + 15% DE CENIZA VOLANTE  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**Ajuste de agua de tanda**

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
520	0.520

**Consistencia del concreto fresco (Slump)**

Slump teórico del diseño  
Slump obtenido en comprobación  
Ajuste de cantidad de agua

	Pulg.	mm.
	4	101.6
	3 8/9	99
Litros	0.52	

**Peso unitario del concreto fresco**

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	A	A
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 43400	43400
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup> 0.0157	0.0157
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m <sup>3</sup> 2299	2299

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO**

01.- Numero de prueba	
02.- Número de molde	
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr.
04.- Peso del molde	gr.
05.- Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup>
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m <sup>3</sup>

Resistencia a los 7 días

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	26/04/2023	03/05/2023	15	27734.82	157	75
Ensayo a los 7 días	26/04/2023	03/05/2023	15	27775.62	157	75
Ensayo a los 28 días	26/04/2023	24/05/2023	15	39109.86	221	105
Ensayo a los 28 días	26/04/2023	24/05/2023	15	39658.62	224	107

  
F&M SAC  
ESPECIALISTAS EN  
INGENIERIA DE SUELOS  
Avenida Pilsener 1100 - Alameda  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".

**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas

**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211) + 15% DE CENIZA VOLANTE

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

#### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : PACASMAYO TIPO I  
2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS:

Agregado fino:

Materiles Nieva  
1.- Peso específico de masa 2.263 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.302 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1539 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1722 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 0.7 %  
6.- Contenido de humedad 0.7 %  
7.- Módulo de fineza 3.11 adimensional

Agregado grueso:

Materiles Nieva  
1.- Peso específico de masa 2.636 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.661 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1484 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1560 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 0.9 %  
6.- Contenido de humedad 0.3 %  
7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 1" Pulg.

#### Granulometría:

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	6.3	81.8
Nº 04	4.4	64.8
Nº 08	5.8	58.9
Nº 16	1.1	56.8
Nº 30	0.7	55.7
Nº 50	9.6	42.2
Nº 100	19.0	10.3
Fondo	13.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	34.5	65.5
3/4"	37.2	28.3
1/2"	11.0	17.2
3/8"	15.9	1.3
Nº 04	0.1	1.2
Fondo	0.8	0.5

#### Resultados del diseño de mezcla:

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2299 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 157 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 75 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.6 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.56

#### Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento 408 Kg/m<sup>3</sup> : PACASMAYO TIPO I  
Agua 227 L : DE LA ZONA  
Agregado fino 778 Kg/m<sup>3</sup> NIEVA  
Agregado grueso 833 Kg/m<sup>3</sup> NIEVA  
C. Volante 53 Kg/m<sup>3</sup> : DE LA ZONA

Proporción en peso:	Cemento	Arena	Piedra	C. Volante	Agua
	1.0	1.91	2.04	0.13	23.7 Lts/ple <sup>3</sup>
Proporción en volumen:	1.0	1.87	2.07	0.12	23.7 Lts/ple <sup>3</sup>

  
Especialista en  
F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Cortiacha S/N MZ. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

# **DISEÑO DE MEZCLAS CON ADICIÓN DE CENIZA VOLANTE AL 20% DE UN PATRÓN (210 Kg/Cm<sup>2</sup>)**



**FINEC SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
*Angela Viviana Villanueva Alcalde*  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".  
**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA + 20% DE CENIZA VOLANTE

F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

I.) Datos del agregado grueso NIEVA

01.- Tamaño máximo nominal	1" pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2636 Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco	1560 Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco	1484 Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad	0.3 %
06.- Contenido de absorción	0.9 %

II.) Datos del agregado fino NIEVA

07.- Peso específico seco de masa	2263 Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto	1539 Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad	0.7 %
10.- Contenido de absorción	0.7 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)	3.11

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días	F'cr	295 Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento	R <sup>a/c</sup>	0.56
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : DE LA ZONA		193 L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado		0 2.5 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.519 m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento : PACASMAYO TIPO I		3150 Kg/m <sup>3</sup>

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- C e m e n t o	346	0.110			
b.- A g u a	193	0.193			
c.- A i r e	2.5	0.025	Corrección por humedad		Agua Efectiva
d.- A r e n a	826	0.365	51 832		0.2
e.- G r a v a	809	0.307	49 812		5.1
	2177	1.000			5

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

C E M E N T O	346	Kg/m <sup>3</sup>
A G U A	198	L/m <sup>3</sup>
A R E N A	832	Kg/m <sup>3</sup>
P I E D R A	812	Kg/m <sup>3</sup>
C. VOLANTE	69.30	Kg/m <sup>3</sup>
	2258	

VI.) Tanda de ensayo

346.499 kg	1.000 m <sup>3</sup>
198.340 L	F/cemento (en bolsas) 8.2
832.075 kg	R <sup>a/c</sup> de diseño 0.557
811.591 kg	R <sup>a/c</sup> de obra 0.572
69.300 kg	
2257.805	

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	2.40	2.34	0.20	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	2.35	2.37	0.20	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>

EMPRESA REGISTRADA EN  
F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
ANEXO TÉCNICO LABORATORISTA  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Goricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".  
**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA + 15% DE CENIZA VOLANTE  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**Ajuste de agua de tanda**

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
720	0.720

**Consistencia del concreto fresco (Slump)**

Slump teórico del diseño  
Slump obtenido en comprobación  
Ajuste de cantidad de agua

	Pulg.	mm.
	4	101.6
	3 6/7	98
Litros	0.72	

**Peso unitario del concreto fresco**

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	A	A
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 43100	43100
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup> 0.0157	0.0157
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m <sup>3</sup> 2280	2280

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO**

01.- Numero de prueba	
02.- Número de molde	
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr.
04.- Peso del molde	gr.
05.- Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup>
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m <sup>3</sup>

**Resistencia a los 7 días**

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	27/04/2023	04/05/2023	15	28084.68	159	76
Ensayo a los 7 días	27/04/2023	04/05/2023	15	28143.84	159	76
Ensayo a los 28 días	27/04/2023	25/05/2023	15	39434.22	223	106
Ensayo a los 28 días	27/04/2023	25/05/2023	15	39536.22	224	107

  
F&M SAC  
ESPECIALISTAS EN  
INGENIERIA DE SUELOS  
Angela Finaza Vilanova Alcaldé  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".

**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas

**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211) + 20% DE CENIZA VOLANTE

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : PACASMAYO TIPO I  
2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS:

Agregado fino:

- Materiles Nieva  
1.- Peso específico de masa 2.263 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.302 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1539 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1722 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 0.7 %  
6.- Contenido de humedad 0.7 %  
7.- Módulo de fineza 3.11 adimensional

Agregado grueso:

- Materiles Nieva  
1.- Peso específico de masa 2.636 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.661 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1484 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1560 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 0.9 %  
6.- Contenido de humedad 0.3 %  
7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 1" Pulg.

#### Granulometría:

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	6.3	81.8
Nº 04	4.4	64.8
Nº 08	5.8	58.9
Nº 16	1.1	56.8
Nº 30	0.7	55.7
Nº 50	9.6	42.2
Nº 100	19.0	10.3
Fondo	13.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	34.5	65.5
3/4"	37.2	28.3
1/2"	11.0	17.2
3/8"	15.9	1.3
Nº 04	0.1	1.2
Fondo	0.8	0.5

#### Resultados del diseño de mezcla:

- Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2280 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 159 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 76 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.6 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.56

#### Cantidad de materiales por metro cúbico:

- Cemento 408 Kg/m<sup>3</sup> : PACASMAYO TIPO I  
Agua 227 L : DE LA ZONA  
Agregado fino 756 Kg/m<sup>3</sup> NIEVA  
Agregado grueso 819 Kg/m<sup>3</sup> NIEVA  
C. Volante 70 Kg/m<sup>3</sup> : DE LA ZONA

Proporción en peso:	Cemento	Arena	Piedra	C. Volante	Agua
	1.0	1.85	2.01	0.17	23.7 Lts/ple <sup>3</sup>
Proporción en volumen:	1.0	1.81	2.04	0.16	23.7 Lts/ple <sup>3</sup>

  
Especialista en  
F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Cortancha S/N MZ. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

# **DISEÑO DE MEZCLAS CON ADICIÓN DE CENIZA VOLANTE AL 25% DE UN PATRÓN (210 Kg/Cm<sup>2</sup>)**



**FIMEC SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
*Angela Viviana Villanueva Alcalde*  
TÉCNICO LABORATORISTA





Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".  
**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA + 25% DE CENIZA VOLANTE  $F'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

I.) Datos del agregado grueso NIEVA		
01.- Tamaño máximo nominal		1" pulg.
02.- Peso específico seco de masa		2636 Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco		1560 Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco		1484 Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad		0.3 %
06.- Contenido de absorción		0.9 %
II.) Datos del agregado fino NIEVA		
07.- Peso específico seco de masa		2263 Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto		1539 Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad		0.7 %
10.- Contenido de absorción		0.7 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)		3.11
III.) Datos de la mezcla y otros		
12.- Resistencia especificada a los 28 días	$F'_{cr}$	295 Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento	$R_{a/c}$	0.56
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua		193 L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado		0 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.519 m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento		3150 Kg/m <sup>3</sup>

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

			Corrección por humedad	Agua Efectiva
a.- C e m e n t o	346	0.110		
b.- A g u a	193	0.193		
c.- A i r e	2.5	0.025		
d.- A r e n a	826	0.365	51 832	0.2
e.- G r a v a	809	0.307	49 812	5.1
	2177	1.000		5

V.) Resultado final de diseño (húmedo)		VI.) Tanda de ensayo		1.000 m <sup>3</sup>
C E M E N T O	346 Kg/m <sup>3</sup>	346.499 kg	$F'_{cemento}$ (en bolsas)	8.2
A G U A	198 L/m <sup>3</sup>	198.340 L	$R_{a/c}$ de diseño	0.557
A R E N A	832 Kg/m <sup>3</sup>	832.075 kg	$R_{a/c}$ de obra	0.572
P I E D R A	812 Kg/m <sup>3</sup>	811.591 kg		
C. VOLANTE	86.62 Kg/m <sup>3</sup>	86.625 kg		
	2275	2275.130		

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	2.40	2.34	0.25	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	2.35	2.37	0.25	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>

F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
ANEXO TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fengineering@sac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".  
**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA + 25% DE CENIZA VOLANTE F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Ajuste de agua de tanda**

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
820	0.820

**Consistencia del concreto fresco (Slump)**

Slump teórico del diseño  
Slump obtenido en comprobación  
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	101.6
3 5/6	97.5

Litros 0.82

**Peso unitario del concreto fresco**

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	A	A
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 43000	43000
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup> 0.0157	0.0157
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m <sup>3</sup> 2273	2273

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO**

01.- Numero de prueba	
02.- Número de molde	
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr.
04.- Peso del molde	gr.
05.- Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup>
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m <sup>3</sup>

Resistencia a los 7 días

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	28/04/2023	05/05/2023	15	28537.56	161	77
Ensayo a los 7 días	28/04/2023	05/05/2023	15	28659.96	162	77
Ensayo a los 28 días	28/04/2023	26/05/2023	15	39964.62	226	108
Ensayo a los 28 días	28/04/2023	26/05/2023	15	40009.50	226	108

F&M S.A.C. ESPECIALISTAS EN  
INGENIERIA DE SUELOS  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción  
Angela Fritson Vilanova Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".

**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas

**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211) + 25% DE CENIZA VOLANTE

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

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : PACASMAYO TIPO I  
2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS:

Agregado fino:

- Materiles Nieva
- 1.- Peso específico de masa 2.263 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.302 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1539 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1722 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 0.7 %  
6.- Contenido de humedad 0.7 %  
7.- Módulo de fineza 3.11 adimensional

Agregado grueso:

- Materiles Nieva
- 1.- Peso específico de masa 2.636 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.661 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto 1484 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado 1560 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción 0.9 %  
6.- Contenido de humedad 0.3 %  
7.- Tamaño máximo 1" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 1" Pulg.

#### Granulometría:

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	6.3	81.8
Nº 04	4.4	64.8
Nº 08	5.8	58.9
Nº 16	1.1	56.8
Nº 30	0.7	55.7
Nº 50	9.6	42.2
Nº 100	19.0	10.3
Fondo	13.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	34.5	65.5
3/4"	37.2	28.3
1/2"	11.0	17.2
3/8"	15.9	1.3
Nº 04	0.1	1.2
Fondo	0.8	0.5

#### Resultados del diseño de mezcla:

- Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2273 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 162 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.6 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.56

#### Cantidad de materiales por metro cúbico:

- Cemento 408 Kg/m<sup>3</sup> : PACASMAYO TIPO I  
Agua 227 L : DE LA ZONA  
Agregado fino 741 Kg/m<sup>3</sup> NIEVA  
Agregado grueso 811 Kg/m<sup>3</sup> NIEVA  
C. Volante 87 Kg/m<sup>3</sup> : DE LA ZONA

Proporción en peso:	Cemento	Arena	Piedra	C. Volante	Agua
	1.0	1.82	1.99	0.21	23.7 Lts/ple <sup>3</sup>
Proporción en volumen:	1.0	1.78	2.02	0.20	23.7 Lts/ple <sup>3</sup>

Especialista en  
F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Cortiancha S/N MZ. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

# **DISEÑO DE MEZCLAS CON ADICIÓN DE CENIZA VOLANTE AL 30% DE UN PATRÓN (210 Kg/Cm<sup>2</sup>)**



**FINEC SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
*Angela Viviana Villanueva Alcalde*  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".  
**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA + 30% DE CENIZA VOLANTE  $F'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

I.) Datos del agregado grueso NIEVA		
01.- Tamaño máximo nominal		1" pulg.
02.- Peso específico seco de masa		2636 Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco		1560 Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco		1484 Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad		0.3 %
06.- Contenido de absorción		0.9 %
II.) Datos del agregado fino NIEVA		
07.- Peso específico seco de masa		2263 Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto		1539 Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad		0.7 %
10.- Contenido de absorción		0.7 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)		3.11
III.) Datos de la mezcla y otros		
12.- Resistencia especificada a los 28 días		295 Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento		0.56
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua	: JAÉN	193 L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado		0 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.519 m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento	: PACASMAYO TIPO I	3150 Kg/m <sup>3</sup>

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

			Corrección por humedad	Agua Efectiva
a.- C e m e n t o	346	0.110		
b.- A g u a	193	0.193		
c.- A i r e	2.5	0.025		
d.- A r e n a	826	0.365	51 832	0.2
e.- G r a v a	809	0.307	49 812	5.1
	2177	1.000		5

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

C E M E N T O	346	Kg/m <sup>3</sup>
A G U A	198	L/m <sup>3</sup>
A R E N A	832	Kg/m <sup>3</sup>
P I E D R A	812	Kg/m <sup>3</sup>
C. VOLANTE	103.95	Kg/m <sup>3</sup>
	2292	

VI.) Tanda de ensayo

		1.000 m <sup>3</sup>
C E M E N T O	346.499	kg
A G U A	198.340	L
A R E N A	832.075	kg
P I E D R A	811.591	kg
C. VOLANTE	103.950	kg
	2292.455	

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	2.40	2.34	0.30	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	2.35	2.37	0.30	24.3	Lts/pie <sup>3</sup>

EMPRESA REGISTRADA EN  
FIMEC S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
ANEXO TÉCNICO LABORATORISTA  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Goricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".  
**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:  
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)  
RECOMENDACIÓN ACI 211**

DISEÑO DE RESISTENCIA + 30% DE CENIZA VOLANTE F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Ajuste de agua de tanda**

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
920	0.920

**Consistencia del concreto fresco (Slump)**

Slump teórico del diseño  
Slump obtenido en comprobación  
Ajuste de cantidad de agua

	Pulg.	mm.
	4	101.6
	3 5/6	97
Litros	0.92	

**Peso unitario del concreto fresco**

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	A	A
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 42900	42900
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup> 0.0157	0.0157
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m <sup>3</sup> 2267	2267

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO**

01.- Numero de prueba	
02.- Número de molde	
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr.
04.- Peso del molde	gr.
05.- Volumen ó Constante del molde	m <sup>3</sup>
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m <sup>3</sup>

**Resistencia a los 7 días**

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	29/04/2023	06/05/2023	15	28639.56	162	77
Ensayo a los 7 días	29/04/2023	06/05/2023	15	28965.96	164	78
Ensayo a los 28 días	29/04/2023	27/05/2023	15	40168.62	227	108
Ensayo a los 28 días	29/04/2023	27/05/2023	15	40213.50	228	108

F&M SAC ESPECIALISTAS EN  
INGENIERIA DE SUELOS  
Avenida Pilsener s/n Alameda  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva 2023"  
Lugar: Nieva-Condorcanqui-Amazonas  
Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

Peso de tanda de ensayo 2240.874  
Peso unitario de la mezcla teorica 2305  
Rendimiento 0.9721

Ajuste de agua de mezclado	227	Ra/c final	0.557
Ajuste de cantidad de cemento	408	F. Cemento	9.6
Ajuste de grava (húmedo)	10.46	% de grava	63
Ajuste de arena (húmedo)	624	% de arena	37
Ajuste por slump	0.82		
Ajuste de % de Grava	0		

Materiales	Tanda
	0.013
Cemento	5.401
Agua	3.009
Arena	8.277
Grava	13.865
Total	30.552

Arena  
Grava

Dosificación		
Peso	Volumen	
1.00	1.00	Pie <sup>3</sup>
23.7	23.7	Litros
1.53	1.50	Pie <sup>3</sup>
2.57	2.60	Pie <sup>3</sup>
	4.1	Pie <sup>3</sup>

Peso unitario teorico final de la mezcla 2305 kg/m<sup>3</sup>  
Peso unitario de la mezcla corregida 2305 kg/m<sup>3</sup>

  
ESPECIALISTAS EN  
F&M SAC INGENIERÍA DE SUELOS  
Angélica Vásquez Villanueva Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Goricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, Nieva, 2023".

**Lugar:** Nieva - Condorcanqui - Amazonas

**Solicitante:** ELVER REQUEJO GOMEZ

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211) + 30% DE CENIZA VOLANTE

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : PACASMAYO TIPO I  
2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS:

Agregado fino:

- Materiles Nieva
- 1.- Peso específico de masa : 2.263 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.302 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto : 1539 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado : 1722 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción : 0.7 %  
6.- Contenido de humedad : 0.7 %  
7.- Módulo de fineza : 3.11 adimensional

Agregado grueso:

- Materiles Nieva
- 1.- Peso específico de masa : 2.636 gr/cm<sup>3</sup>  
2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.661 gr/cm<sup>3</sup>  
3.- Peso unitario suelto : 1484 Kg/m<sup>3</sup>  
4.- Peso unitario compactado : 1560 Kg/m<sup>3</sup>  
5.- % de absorción : 0.9 %  
6.- Contenido de humedad : 0.3 %  
7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal : 1" Pulg.

#### Granulometría:

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	6.3	81.8
Nº 04	4.4	64.8
Nº 08	5.8	58.9
Nº 16	1.1	56.8
Nº 30	0.7	55.7
Nº 50	9.6	42.2
Nº 100	19.0	10.3
Fondo	13.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	34.5	65.5
3/4"	37.2	28.3
1/2"	11.0	17.2
3/8"	15.9	1.3
Nº 04	0.1	1.2
Fondo	0.8	0.5

#### Resultados del diseño de mezcla:

- Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2267 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 163 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 78 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.6 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.56

#### Cantidad de materiales por metro cúbico:

- Cemento : 408 Kg/m<sup>3</sup> : PACASMAYO TIPO I  
Agua : 227 L : JAÉN  
Agregado fino : 727 Kg/m<sup>3</sup> : NIEVA  
Agregado grueso : 803 Kg/m<sup>3</sup> : NIEVA  
C. Volante : 103 Kg/m<sup>3</sup> : DE LA ZONA

Proporción en peso:	Cemento	Arena	Piedra	C. Volante	Agua
	1.0	1.78	1.97	0.25	23.7 Lts/ple <sup>3</sup>
Proporción en volumen:	1.0	1.74	2.00	0.23	23.7 Lts/ple <sup>3</sup>

  
Especialista en  
F&M S.A.C. INGENIERÍA DE SUELOS  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

# ENSAYO DE PESO UNITARIO



ESPECIALISTAS EN  
**FINEC SAC** INGENIERÍA DE SUELOS  
"Angela Viviana Villanueva Alcarde"  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, NIEVA, 2023 "  
Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
Solicitante: ELVER REUEJO GOMEZ

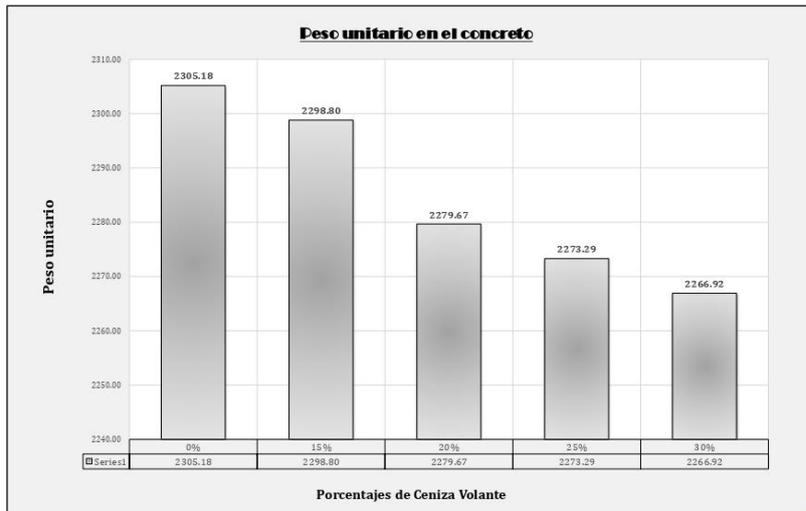
**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
Ensayo de densidad de peso unitario  
Norma ASTM C-138 ó N.T.P. 339.046

**PESO UNITARIO DE LA MEZCLA PATRON DE F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> CON LOS DISTINTOS PORCENTAJES DE Ceniza Volante**

Muestra	Peso de la muestra + molde(kg)	Peso del molde(kg)	Area (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen(m <sup>3</sup> )	Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )
f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	43.500	7.35	0.346882	0.27800	0.01568	2305.18
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +15% C. Volante	43.400	7.35	0.346882	0.27800	0.01568	2298.80
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +20% C. Volante	43.100	7.35	0.346882	0.27800	0.01568	2279.67
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +25% C. Volante	43.000	7.35	0.346882	0.27800	0.01568	2273.29
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +30% C. Volante	42.900	7.35	0.346882	0.27800	0.01568	2266.92

**RESUMEN**

Muestra	% de C. Volante	Peso unitario
f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	0%	2305.18
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +15% C. Volante	15%	2298.80
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +20% C. Volante	20%	2279.67
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +25% C. Volante	25%	2273.29
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +30% C. Volante	30%	2266.92



**ESPECIALISTAS EN**  
**INGENIERÍA DE SUELOS**  
Angélica Patricia Villanueva Alcalde  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com

# **ENSAYO DE CONO ABRAMS (210 KG/CM<sup>2</sup>)**



**FINCC SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
*Angela Viviana Villanueva Alcalde*  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

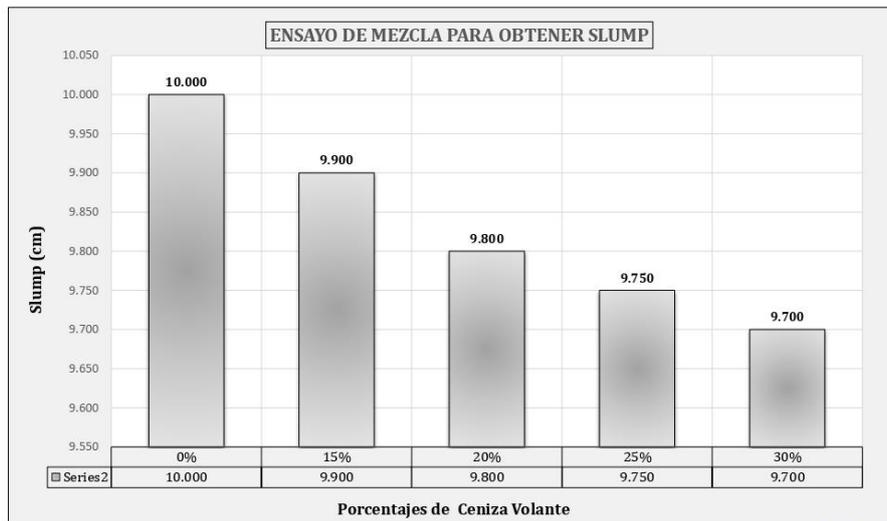
**Tesis:** "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante, NIEVA, 2023 "

**Lugar:** NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS

**Solicitante:** ELVER REUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
Ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams  
Norma ASTM C-143 ó N.T.P. 339.035

MUESTRA	% de C. Volante	SLUMP (cm)	VARIACIÓN DE SLUMP (cm)
f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	0%	10.000	0.00
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +15% C. Volante	15%	9.900	0.10
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +20% C. Volante	20%	9.800	0.20
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +25% C. Volante	25%	9.750	0.25
f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> +30% C. Volante	30%	9.700	0.30



ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Viviana Villanueva Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

# **ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA UN CONCRETO (210 Kg/cm<sup>2</sup>)**



**FINEC SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
*Angela Pivioma Villanueva Alcalde*  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**



Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm2 con ceniza volante, Nieva, 2023".  
 Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
 Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO**  
 Norma ASTM C-39 ó N.T.P. 339.034

Observaciones	El laboratorio no se responsabiliza por las características físicas, químicas, alteraciones y la toma de muestras de las probetas.
---------------	--

**A. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS F'c: 210 KG/CM2** 210

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	N° Cilindro	Días Curado	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Altura (cm)	Peso (gr)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Fecha		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Condición
													kg/cm <sup>2</sup>	Diseño		
TESIS	25/04/2023	1.0	7	02/05/2023	15.00	176.71	30.05	12422	5310.2732	2.34	266.91	27224.82	154.06	210	73.36%	Cumple
	25/04/2023	2.0	7	02/05/2023	15.00	176.71	30.05	12444	5310.2732	2.34	267.98	27333.96	154.68	210	73.66%	Cumple
	25/04/2023	3.0	7	02/05/2023	15.00	176.71	30.05	12420	5310.2732	2.34	268.96	27433.92	155.24	210	73.93%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													154.66	210	73.65%	Cumple
TESIS	25/04/2023	1.0	14	09/05/2023	15.00	176.71	30.05	12427	5310.2732	2.34	315.67	32198.34	182.21	210	86.76%	Cumple
	25/04/2023	2.0	14	09/05/2023	15.00	176.71	30.05	12448	5310.2732	2.34	316.22	32254.44	182.52	210	86.92%	Cumple
	25/04/2023	3.0	14	09/05/2023	15.00	176.71	30.05	12427	5310.2732	2.34	316.34	32266.68	182.59	210	86.95%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													182.44	210	86.88%	Cumple
TESIS	25/04/2023	1.0	28	23/05/2023	15.00	176.71	30.05	12427	5310.2732	2.34	378.36	38592.72	218.39	210	104.00%	Cumple
	25/04/2023	2.0	28	23/05/2023	15.00	176.71	30.05	12448	5310.2732	2.34	379.76	38735.52	219.20	210	104.38%	Cumple
	25/04/2023	3.0	28	23/05/2023	15.00	176.71	30.05	12427	5310.2732	2.34	380.36	38796.72	219.54	210	104.55%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													219.04	210	104.31%	Cumple

*Elver Requejo Gomez*  
 ESPECIALISTA EN  
 F&M S.A.C. INGENIERIA DE SUELOS  
 "Ingeniero Privado Villavieja de la Cruz"  
 TECNICO LABORATORISTA

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca  
 941915761 / 949327495  
 fmengineersac@gmail.com



Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm2 con ceniza volante, Nieva, 2023".  
 Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
 Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO**  
 Norma ASTM C-39 ó N.T.P. 339.034

Observaciones	El laboratorio no se responsabiliza por las características físicas, químicas, alteraciones y la toma de muestras de las probetas.
---------------	--

**INCORPORANDO CENIZA VOLANTE, CONCRETO F'c: 210 kg/cm2**

**INCORPORANDO EL 15% DE CENIZA VOLANTE**

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	N° Cilindro	Días Curado	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Altura (cm)	Peso (gr)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Fecha		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Condición
													kg/cm <sup>2</sup>	Diseño		
TESIS	26/04/2023	1.0	7	03/05/2023	15.00	176.71	30.05	12450	5310.2732	2.34	271.91	27734.82	156.95	210	74.74%	Cumple
	26/04/2023	2.0	7	03/05/2023	15.00	176.71	30.05	12451	5310.2732	2.34	272.31	27775.62	157.18	210	74.85%	Cumple
	26/04/2023	3.0	7	03/05/2023	15.00	176.71	30.05	12450	5310.2732	2.34	273.71	27918.42	157.99	210	75.23%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													157.37	210	74.94%	Cumple
TESIS	26/04/2023	1.0	14	10/05/2023	15.00	176.71	30.05	12453	5310.2732	2.35	318.28	32464.56	183.71	210	87.48%	Cumple
	26/04/2023	2.0	14	10/05/2023	15.00	176.71	30.05	12451	5310.2732	2.34	319.31	32569.62	184.31	210	87.76%	Cumple
	26/04/2023	3.0	14	10/05/2023	15.00	176.71	30.05	12452	5310.2732	2.34	320.61	32702.22	185.06	210	88.12%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													184.36	210	87.79%	Cumple
TESIS	26/04/2023	1.0	28	24/05/2023	15.00	176.71	30.05	12454	5310.2732	2.35	383.43	39109.86	221.32	210	105.39%	Cumple
	26/04/2023	2.0	28	24/05/2023	15.10	179.08	30.05	12453	5381.3129	2.31	388.81	39658.62	221.46	210	105.46%	Cumple
	26/04/2023	3.0	28	24/05/2023	15.00	176.71	30.05	12454	5310.2732	2.35	386.89	39462.78	223.31	210	106.34%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													222.03	210	105.73%	Cumple

*Elver Requejo Gomez*  
 ESPECIALISTA EN  
 F&M S.A.C. INGENIERIA DE SUELOS  
 "Ingeniero Privado Villavieja de la Cruz"  
 TECNICO LABORATORISTA

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca  
 941915761 / 949327495  
 fmengineersac@gmail.com





Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm2 con ceniza volante, Nieva, 2023".  
 Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
 Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO**  
 Norma ASTM C-39 6 N.T.P. 339.034

Observaciones	El laboratorio no se responsabiliza por las características físicas, químicas, alteraciones y la toma de muestras de las probetas.
---------------	--

**INCORPORANDO CENIZA VOLANTE, CONCRETO F'c : 210 kg/cm2**

**INCORPORANDO EL 30% DE CENIZA VOLANTE**

TESS	29/04/2023	1.0	7	06/05/2023	15.00	176.71	30.05	12500	5310.2732	2.35	280.78	28639.56	162.07	210	77.17%	Cumple								
	29/04/2023	2.0	7	06/05/2023	15.00	176.71	30.05	12501	5310.2732	2.35	283.98	28965.96	163.91	210	78.05%	Cumple								
	29/04/2023	3.0	7	06/05/2023	15.00	176.71	30.05	12500	5310.2732	2.35	285.14	29084.28	164.58	210	78.37%	Cumple								
<b>PROMEDIO</b>																								
TESS	29/04/2023	1.0	14	13/05/2023	15.00	176.71	30.05	12503	5310.2732	2.35	331.23	33785.46	191.19	210	91.04%	Cumple								
	29/04/2023	2.0	14	13/05/2023	15.00	176.71	30.05	12503	5310.2732	2.35	332.34	33898.68	191.83	210	91.35%	Cumple								
	29/04/2023	3.0	14	13/05/2023	15.00	176.71	30.05	12504	5310.2732	2.35	334.95	34164.90	193.33	210	92.06%	Cumple								
<b>PROMEDIO</b>																								
TESS	29/04/2023	1.0	28	27/05/2023	15.00	176.71	30.05	12506	5310.2732	2.36	393.81	40168.62	227.31	210	108.24%	Cumple								
	29/04/2023	2.0	28	27/05/2023	15.00	176.71	30.05	12507	5310.2732	2.36	394.25	40213.50	227.56	210	108.36%	Cumple								
	29/04/2023	3.0	28	27/05/2023	15.00	176.71	30.05	12506	5310.2732	2.36	397.34	40518.48	229.29	210	109.18%	Cumple								
<b>PROMEDIO</b>																								

  
 ESPECIALIDAD EN  
**F&M S.A.C.** INGENIERIA DE SUELOS  
 "Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca"  
 TECNICO LABORATORISTA

 Calle Cortancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca	 941915761 949327495	 fmengineingsac@gmail.com
---	---	---



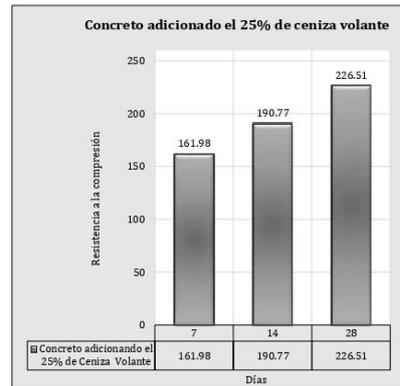
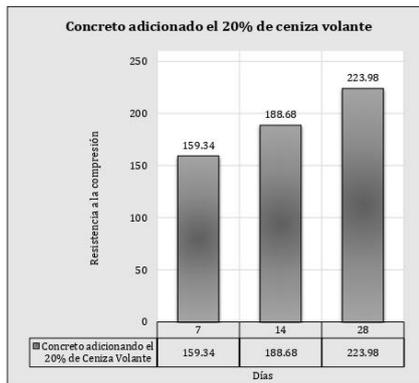
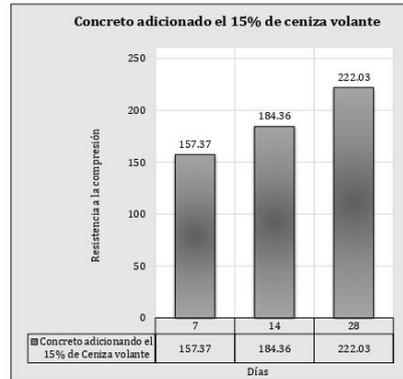
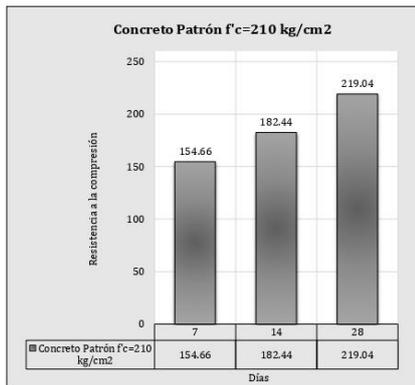
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante. Nieva, 2023".  
Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

GRÁFICOS DE RESULTADOS EN kg/cm<sup>2</sup> DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO

Días	Concreto Patrón f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	Concreto adicionando el 15% de Ceniza volante	Concreto adicionando el 20% de Ceniza Volante	Concreto adicionando el 25% de Ceniza Volante	Concreto adicionando el 30% de Ceniza Volante
7	154.66	157.37	159.34	161.98	163.52
14	182.44	184.36	188.68	190.77	192.12
28	219.04	222.03	223.98	226.51	228.05



  
INGENIERÍA EN  
MECÁNICA DE SUELOS  
Y PAVIMENTOS  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



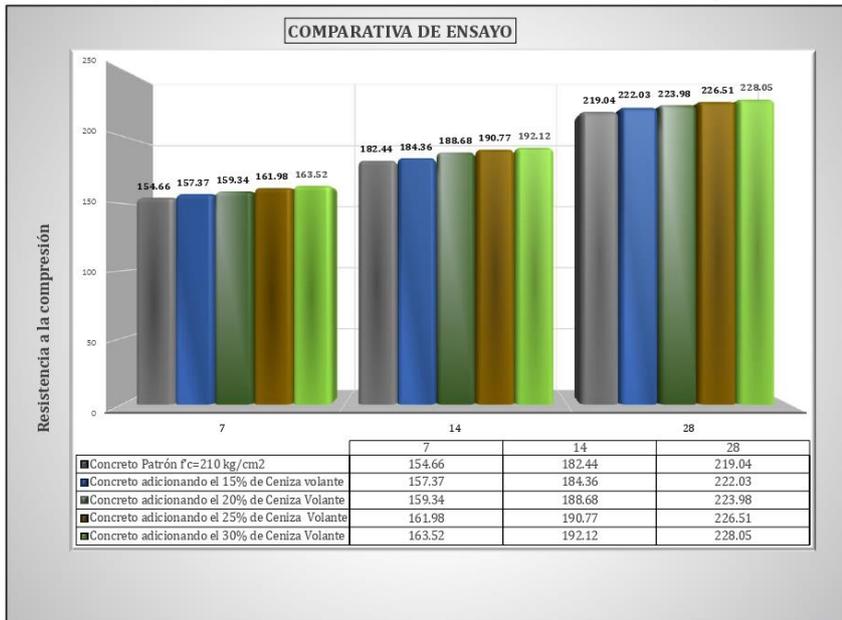
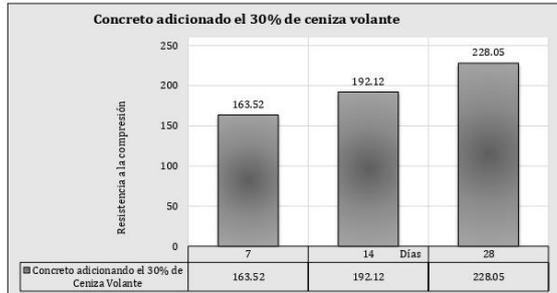
fmengineering@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante. Nieva. 2023".  
Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ



*[Signature]*  
F&M S.A.C. ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
PUNTO FÍSICO: PUNTO FÍSICO  
TÉCNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



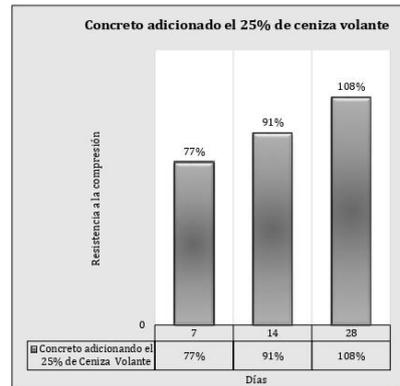
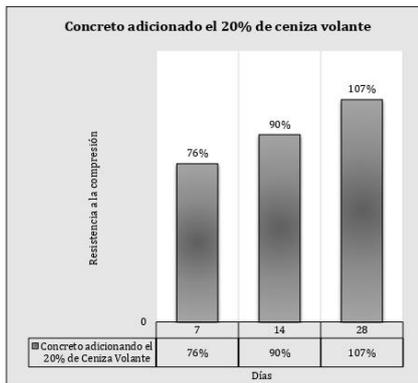
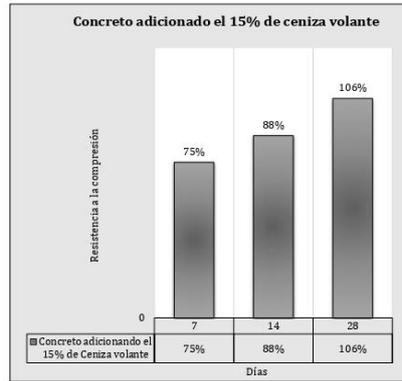
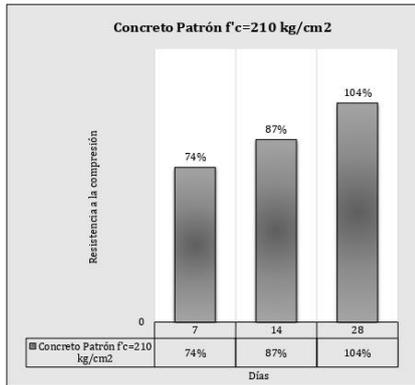
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante. Nieva. 2023".  
Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ

GRÁFICOS DE RESULTADOS EN % DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO

Días	Concreto Patrón f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	Concreto adicionado el 15% de Ceniza volante	Concreto adicionado el 20% de Ceniza Volante	Concreto adicionado el 25% de Ceniza Volante	Concreto adicionado el 30% de Ceniza Volante
7	74%	75%	76%	77%	78%
14	87%	88%	90%	91%	91%
28	104%	106%	107%	108%	109%



ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
INGENIERÍA DE OBRAS DE  
CONCRETO  
TECNIKO LABORATORISTA



Calle Cortacancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca

941915761  
949327495



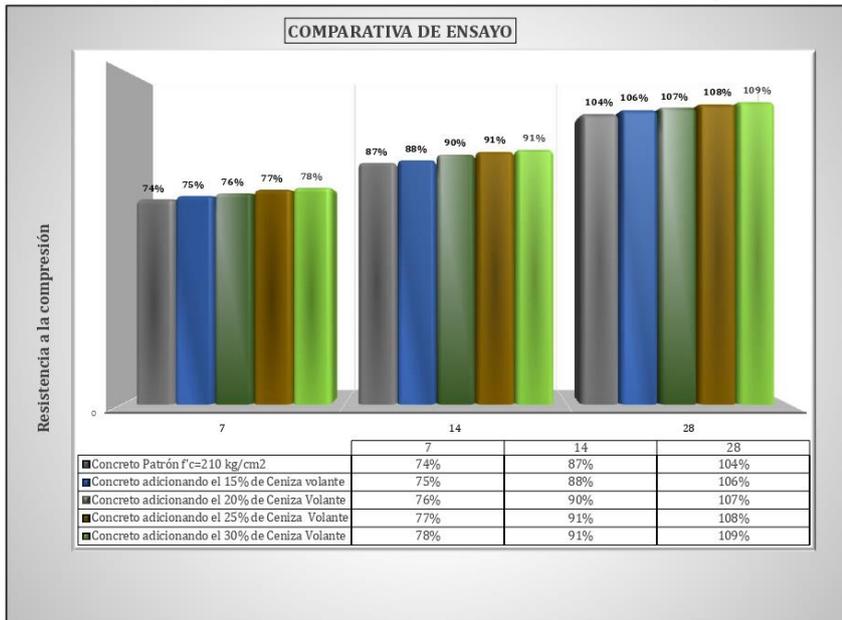
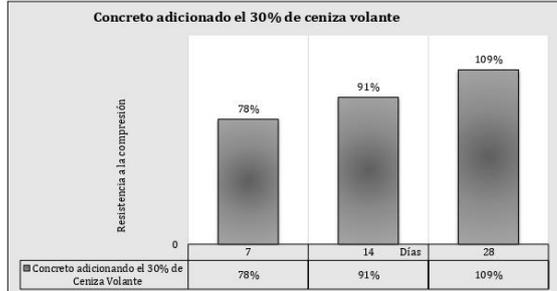
fmengineering@gmail.com



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Análisis de la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> con ceniza volante. Nieva. 2023".  
Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
Solicitante: ELVER REQUEJO GOMEZ



**FMEC SAC** ESPECIALIZADAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angélica Favara Ingeniera Civil  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

# ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRON



**F&M SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERIA DE SUELOS  
*Angela Viviana Villanueva Alcalde*  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**

Tesis: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON CENIZA VOLANTE, NIEVA, 2023".  
 Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
 Solicitante: ELVER REQUEJO GÓMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**ENSAYO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO PATRÓN + 15% de ceniza volante**  
 NTP 509.079 2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
1	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	03/05/2023	7	50.40	15.30	15.20	42.40	1.265	15.30	15.20	1	-	22.76			
2	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	03/05/2023	7	50.39	15.20	15.20	42.39	1.270	15.20	15.20	1	-	22.99	22.94	22.88	100.28
3	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	03/05/2023	7	50.36	15.20	15.20	42.36	1.275	15.20	15.20	1	-	23.07			
4	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	16/05/2023	14	50.40	15.35	15.24	42.40	1.390	15.35	15.24	1	-	24.80			
5	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	16/05/2023	14	50.39	15.30	15.60	42.39	1.395	15.30	15.60	1	-	23.82	24.49	24.41	100.31
6	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	16/05/2023	14	50.36	15.30	15.30	42.36	1.400	15.30	15.30	1	-	24.84			
7	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	24/05/2023	28	50.40	15.35	15.24	42.40	1.445	15.35	15.24	1	-	25.78			
8	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	24/05/2023	28	50.39	15.35	15.60	42.39	1.450	15.35	15.60	1	-	24.68	25.45	25.33	100.50
9	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	26/04/2023	24/05/2023	28	50.36	15.30	15.30	42.36	1.460	15.30	15.30	1	-	25.90			

Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 15 % de ceniza volante	
Días	Kg/cm2
0	0
7	22.94
14	24.49
28	25.45



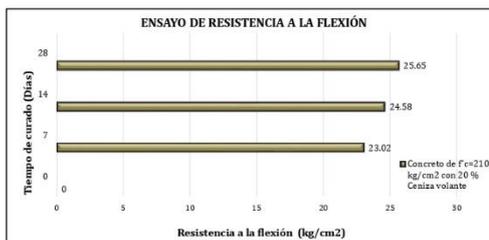
  
 Ing. Elver Requejo Gómez  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
 TÉCNICO EN PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON CENIZA VOLANTE, NIEVA, 2023".  
 Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
 Solicitante: ELVER REQUEJO GÓMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**ENSAYO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO PATRÓN + 20% de ceniza volante**  
 NTP 339.079 2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
1	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	04/05/2023	7	50.50	15.30	15.20	42.50	1.270	15.30	15.20	1	-	22.90			
2	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	04/05/2023	7	50.30	15.20	15.20	42.30	1.275	15.20	15.20	1	-	23.04	23.02	22.88	100.63
3	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	04/05/2023	7	50.30	15.20	15.20	42.30	1.280	15.20	15.20	1	-	23.13			
4	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	11/05/2023	14	50.30	15.35	15.24	42.30	1.395	15.35	15.24	1	-	24.83			
5	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	11/05/2023	14	50.50	15.30	15.60	42.50	1.400	15.30	15.60	1	-	23.97	24.58	24.41	100.71
6	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	11/05/2023	14	50.40	15.30	15.30	42.40	1.405	15.30	15.30	1	-	24.95			
7	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	25/05/2023	28	50.25	15.35	15.24	42.25	1.460	15.35	15.24	1	-	25.95			
8	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	25/05/2023	28	50.30	15.35	15.60	42.30	1.465	15.35	15.60	1	-	24.88	25.65	25.33	101.27
9	Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	27/04/2023	25/05/2023	28	50.40	15.30	15.30	42.40	1.470	15.30	15.30	1	-	26.10			

Concreto de Fc=210 kg/cm2 con 20 % Ceniza volante	
Días	Kg/cm2
0	0
7	23.02
14	24.58
28	25.65



  
 Ing. Elver Requejo Gómez  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
 TÉCNICO EN PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

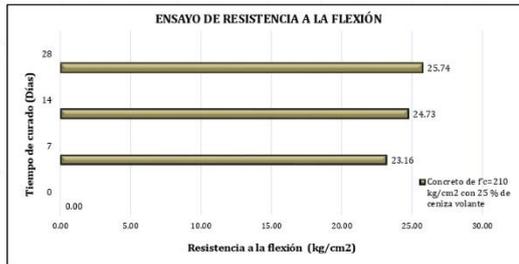


Tesis: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON CENIZA VOLANTE, NIEVA 2023".  
 Lugar: NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
 Solicitante: ELVER REQUEJO GÓMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**ENSAYO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CONCRETO PATRÓN + 25% de ceniza de ceniza volante**  
 NTP 339.079 2012

Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	longitud (cm)	ancho (cm)	altura (cm)	luz libre entre apoyos (L) (cm)	Carga (P) (Kg)	ancho de falla (b) (cm)	altura de falla (h) (cm)	tipo de falla	a (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr Diseño (Kg/cm2)	%
1	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	05/05/2023	7	50,30	15,30	15,20	42,30	1.280	15,30	15,20	1	-	22,98	23,16	22,88	101,25
2	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	05/05/2023	7	50,33	15,20	15,20	42,33	1.285	15,20	15,20	1	-	23,23			
3	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	05/05/2023	7	50,25	15,20	15,20	42,25	1.290	15,20	15,20	1	-	23,28			
4	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	12/05/2023	14	50,30	15,35	15,24	42,30	1.410	15,35	15,24	1	-	25,09	24,73	24,41	101,29
5	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	12/05/2023	14	50,10	15,30	15,60	42,10	1.415	15,30	15,60	1	-	24,00			
6	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	12/05/2023	14	50,18	15,30	15,30	42,18	1.420	15,30	15,30	1	-	25,08			
7	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	24/05/2023	28	50,18	15,35	15,24	42,18	1.470	15,35	15,24	1	-	26,09	25,74	25,33	101,64
8	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	24/05/2023	28	50,19	15,35	15,60	42,19	1.475	15,35	15,60	1	-	24,99			
9	Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	28/04/2023	24/05/2023	28	50,19	15,30	15,30	42,19	1.480	15,30	15,30	1	-	26,15			

Concreto de f'c=210 kg/cm2 con 25 % de ceniza volante	
Días	Rg/cm2
0	0,00
7	23,16
14	24,73
28	25,74



*[Signature]*  
 INGENIEROS EN  
 FÍSICA Y MECÁNICA DE SUELOS  
 TÉCNICO LABORATORIO IN



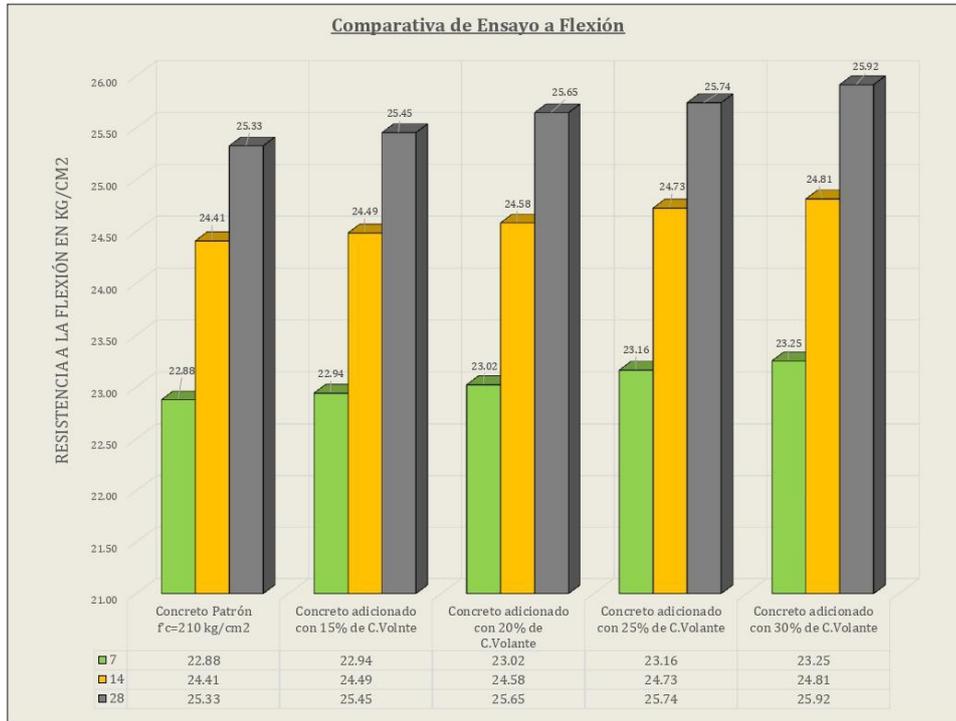
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON CENIZA VOLANTE, NIEVA, 2023".  
**Lugar:** NIEVA-CONDORCANQUI-AMAZONAS  
**Solicitante:** ELVER REQUEJO GÓMEZ

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**ENSAYO DE RESISTENCIAS A FLEXIÓN - CUADRO RESUMEN**  
NTP 339.079 2012

Días	Concreto Patrón f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	Concreto adicionado con 15% de C.Volante	Concreto adicionado con 20% de C.Volante	Concreto adicionado con 25% de C.Volante	Concreto adicionado con 30% de C.Volante
0	0	0	0	0	0
7	22.88	22.94	23.02	23.16	23.25
14	24.41	24.49	24.58	24.73	24.81
28	25.33	25.45	25.65	25.74	25.92



F&M S.A.C. ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
Angela Fivianna Villanueva Alcalde  
TECNICO LABORATORISTA



Calle Cortaancha S/N MZ. C Lote 11 - Sector  
Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

# CERTIFICADOS



**F&M SAC** ESPECIALISTAS EN  
INGENIERÍA DE SUELOS  
*Angela Viviana Villanueva Alcalde*  
TÉCNICO LABORATORISTA



**OFICINA: Sector Pueblo Libre Mz. C Lote 11 - Jaén - Jaén - Cajamarca.**



# CERTIFICADO

*Esto es para certificar que el Sistema de Gestión de Calidad de*

## **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN – JAEN – CAJAMARCA – PERÚ.

*Ha sido evaluado y se ha determinado que cumple con los requisitos de*

## **ISO 9001:2015**

*Este Certificado es válido para el siguiente alcance:*

SERVICIOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Y  
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.

Certificado No. :AMER11653  
Fecha de Registro :24/06/2023  
Fecha de Emisión :28/06/2023  
Fecha de Expiración :23/06/2024  
Fecha de Recertificación :23/06/2026



*Bharani*  
Director

**AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD**

Key Location: 1910 Thomes Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA  
Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhunkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057



For verification and updated information concerning the present certificate, please visit [www.americocert.com](http://www.americocert.com) The Certificate is valid for period of 3 years subject to satisfactory annual surveillance audit. This Certificate is the property of Americo Quality Standards Registech Pvt Ltd. & shall be returned immediately when demanded.



## Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-390

Page / Pág. 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PRENSA PARA ENSAYO DE CONCRETO	<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 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 Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-42	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	492	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA LLATAS E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	CAL. HIPOLITO UNANUE NRO 109 URB SANTA BEATRIZ - JAÉN	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	JAÉN	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 24	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

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 parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

### Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

**Felix Jaramillo Castillo**  
Responsable Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**DATOS TÉCNICOS**

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
<b>Clase</b>	1,0	<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión	<b>Modelo</b>	KAL 1MN
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital	<b>Clase</b>	0,5
<b>División de Escala</b>	0,1 kN	<b>Número de Serie</b>	911250
<b>Resolución</b>	0,1 kN	<b>Certificado de Calibración</b>	5047 del INM
<b>Intervalo de Medición</b>	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	<b>Próxima Calibración</b>	2023-02-03
<b>Calibrado</b>			
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	20 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 $S_{1,2 y 3}$ kN
	$S_1$ Ascendente kN	$S_2$ Ascendente kN	$S_2'$ No Aplica	$S_3$ Ascendente kN	$S_4$ No Aplica		
20	200,0	200,10	200,18	---	200,21	---	200,16
30	300,0	300,45	300,11	---	300,36	---	300,31
40	400,0	400,30	400,27	---	400,81	---	400,46
50	500,0	500,65	500,35	---	500,36	---	500,45
60	600,0	600,50	600,71	---	600,91	---	600,71
70	700,0	700,60	700,60	---	700,40	---	700,53
80	800,0	800,10	800,85	---	800,08	---	800,34
90	900,0	900,40	900,56	---	900,33	---	900,43
100	1 000,0	1 000,2	1 000,1	---	1 000,6	---	1 000,3

LM-PC-05-F-01 R12.3





**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...**

**Tabla 2.**

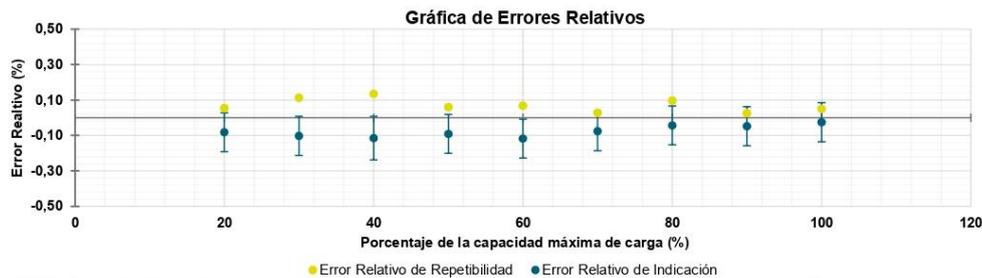
Error relativo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,010	0,020	----	0,010	----

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Relativa		$U$	%	
%	kN	$q$ %	$b$ %	$v$ %	$a$ %	kN	%	----
20	200,00	-0,08	0,06	----	0,050	0,22	0,11	2,02
30	300,00	-0,10	0,11	----	0,033	0,33	0,11	2,01
40	400,00	-0,12	0,14	----	0,025	0,49	0,12	2,01
50	500,00	-0,09	0,06	----	0,020	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,12	0,07	----	0,017	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,08	0,03	----	0,014	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,04	0,10	----	0,013	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,05	0,03	----	0,011	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,03	0,05	----	0,010	1,1	0,11	2,02



**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERU ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

**Temperatura Ambiente Máxima:** 20,7 °C  
**Humedad Relativa Máxima:** 64 % HR

**Temperatura Ambiente Mínima:** 20,5 °C  
**Humedad Relativa Mínima:** 62 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.3





### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,017$  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

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



### 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 realtivo 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-390

Fin del Certificado





## LABORATORIO DE METROLOGIA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2100-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION  
DIRECCION : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN  
FECHA : 2023-01-31  
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS  
N° DE SERIE : 834768517  
MODELO : NV622ZH  
TIPO : ELECTRÓNICA  
CLASE : II

CAPACIDAD MÁXIMA : 620 g  
DIV. DE ESCALA ( d ) : 0.01 g  
DIV. DE VERIFICACIÓN ( e ) : 0.01 g  
CÓDIGO : NO INDICA  
CAPACIDAD MÍNIMA : 0.2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 335-CM-M-2022 / 336-CM-M-2022

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 300.00 g			Carga L2 = 600.00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.008	-0.003
2	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.008	-0.003
3	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.008	-0.003
4	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.007	-0.002
5	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.007	-0.002
6	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.007	-0.002
7	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.008	-0.003
8	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.007	-0.002
9	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.008	-0.003
10	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.008	-0.003

E = I + ½e - ΔL - L

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
300.00	0.001	0.03
600.00	0.001	0.03

#### OBSERVACIONES:

1. Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
2. El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	19.5	19.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	70	69

Posición de la Carga	Carga Mínima* (g)	Determinación del Error en Cero Eo			Carga L (g)	Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0.10	0.10	0.008	-0.003	200.00	200.00	0.008	-0.003	0.000	0.02
2		0.09	0.006	-0.011		200.00	0.007	-0.002	0.009	0.02
3		0.09	0.006	-0.011		200.00	0.007	-0.002	0.009	0.02
4		0.09	0.007	-0.012		200.00	0.008	-0.003	0.009	0.02
5		0.10	0.009	-0.004		200.00	0.008	-0.003	0.001	0.02

\* Valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. °C	19.4	19.4

	Inicial	Final
	69	70

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.20	0.19	0.007	-0.012						
1.00	0.99	0.007	-0.012	0.000	0.99	0.007	-0.012	0.000	0.01
10.00	10.00	0.006	-0.001	0.011	10.00	0.009	-0.004	0.008	0.01
50.00	49.99	0.009	-0.014	-0.002	50.00	0.009	-0.004	0.008	0.01
100.00	99.99	0.009	-0.014	-0.002	100.00	0.009	-0.004	0.008	0.02
150.00	149.99	0.008	-0.013	-0.001	150.00	0.009	-0.004	0.008	0.02
200.00	199.99	0.008	-0.013	-0.001	200.00	0.008	-0.003	0.009	0.02
300.00	299.99	0.008	-0.013	-0.001	300.00	0.007	-0.002	0.010	0.03
400.00	399.99	0.006	-0.011	0.001	400.00	0.008	-0.003	0.009	0.03
500.00	500.00	0.008	-0.003	0.009	499.99	0.006	-0.011	0.001	0.03
600.00	600.00	0.008	-0.003	0.009	600.00	0.008	-0.003	0.009	0.03

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:  $U = 6 \text{ mg} + (1,3 \times 10^{-6})I$

Revisado por:  
Eler Pozo S  
Dpto. Metrologia

Calibrado por:  
Javier Negron C.  
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



## LABORATORIO DE METROLOGIA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2101-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION  
DIRECCION : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN  
FECHA : 2022/01/31  
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS  
N° DE SERIE : C213945170  
MODELO : SPX6201ZH  
TIPO : ELECTRÓNICA  
CLASE : III

CAPACIDAD MÁXIMA : 6200 g  
DIV. DE ESCALA (d) : 0.1 g  
DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g  
CÓDIGO : NO INDICA  
CAPACIDAD MÍNIMA : 2 g

PESAS UTILIZADAS: **CERTIFICADO: 335-CM-M-2022 / 336-CM-M-2022**

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 3000.00 g			Carga L2 = 6000.00 g		
	I (g)	Final ΔL (g)	H. R. % E (g)	I (g)	Final ΔL (g)	E (g)
1	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
2	3000.00	0.080	-0.030	5999.90	0.040	-0.090
3	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
4	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
5	2999.90	0.040	-0.090	5999.90	0.050	-0.100
6	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
7	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
8	3000.00	0.060	-0.010	5999.90	0.030	-0.080
9	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
10	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090

E =  $I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.00	0.080	0.03
6000.00	0.080	0.03

#### OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo	Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)				
		Carga Mínima* (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)		Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2	1.00	1.00	0.080	-0.030	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.060	0.02
3	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
4	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
5	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02

\* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
2.00	2.00	0.070	-0.020						
10.00	10.00	0.070	-0.020	0.000	10.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
100.00	100.00	0.080	-0.030	-0.010	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
500.00	500.00	0.070	-0.020	0.000	499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.01
1000.00	999.90	0.040	-0.090	-0.070	999.90	0.020	-0.070	-0.050	0.01
1500.00	1499.90	0.050	-0.100	-0.080	1499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	1999.90	0.030	-0.080	-0.060	0.02
3000.00	3000.00	0.070	-0.020	0.000	3000.00	0.060	-0.010	0.010	0.02
4000.00	4000.10	0.090	0.060	0.080	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
5000.00	5000.10	0.090	0.060	0.080	5000.20	0.090	0.160	0.180	0.03
6000.00	6000.00	0.070	-0.020	0.000	6000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Revisado por:  
Eler Pozo S  
Dpto. Metrologia

Calibrado por:  
Javier Negrón C.  
Dpto. Metrologia



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

1. Expediente	230097
2. Solicitante	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
3. Dirección	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	PALIO
Modelo	PE5043.1
Número de Serie	0422002
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA

Ubicación **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración	2023-06-22
6. Fecha de Emisión	2023-06-26

Sello

JEFE DE LABORATORIO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 6

**7. Método de Calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

**8. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**  
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

**9. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.  
El controlador se seteo en 110 °C



**10. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
LABORATORIO ACREDITADO PESATEC LT-249-2022	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	0006-TPES-C-2023

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023**

 Metrología & calibración  
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

**12. Resultados de Medición**
**PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C**

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> -T <sub>mín</sub>
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	110,3	109,4	110,9	109,6	111,2	112,9	110,9	110,0	110,5	111,9	110,7	3,5
02	110,0	110,3	109,3	110,8	109,6	111,2	112,7	110,9	110,0	110,8	111,7	110,7	3,4
04	110,0	110,3	109,3	110,9	109,6	111,1	112,6	110,9	110,0	110,8	111,7	110,7	3,3
06	110,0	110,3	109,3	110,8	109,8	111,2	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,7	3,4
08	110,0	110,3	109,4	110,8	109,8	111,2	112,6	110,9	110,0	110,8	111,9	110,8	3,2
10	110,0	110,4	109,3	110,8	109,8	111,1	112,6	110,9	110,2	110,8	111,8	110,8	3,3
12	110,0	110,4	109,3	110,6	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,9	110,7	3,3
14	110,0	110,4	109,3	110,9	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,8	110,8	3,3
16	110,0	110,4	109,3	110,9	109,7	111,2	112,6	110,9	110,2	110,9	111,8	110,8	3,3
18	110,0	110,4	109,3	110,9	109,8	111,1	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,4
20	110,0	110,4	109,4	111,0	109,7	111,2	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,3
22	110,0	110,5	109,3	110,6	109,8	111,0	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,4
24	110,0	110,6	109,3	110,5	109,7	111,2	112,7	110,8	110,1	110,8	111,8	110,7	3,4
26	110,0	110,6	109,4	110,7	109,8	111,2	112,8	110,8	110,1	110,9	111,8	110,8	3,4
28	110,0	110,5	109,3	110,6	109,7	111,2	112,8	110,9	110,1	110,9	111,8	110,8	3,5
30	110,0	110,5	109,3	110,7	109,7	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
32	110,0	110,5	109,3	110,6	109,7	111,4	112,7	110,9	110,0	110,9	111,9	110,8	3,4
34	110,0	110,4	109,4	110,7	109,8	111,3	112,7	110,8	110,0	110,8	111,8	110,8	3,3
36	110,0	110,4	109,3	110,9	109,9	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	112,0	110,8	3,5
38	110,0	110,3	109,4	110,8	109,7	111,3	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
40	110,0	110,4	109,4	110,8	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
42	110,0	110,3	109,5	110,9	109,8	111,5	112,9	111,1	110,2	110,9	111,9	110,9	3,4
44	110,0	110,3	109,4	110,8	109,8	111,5	112,7	111,1	110,2	110,8	111,9	110,8	3,3
46	110,0	110,4	109,4	110,8	109,8	111,4	112,7	111,1	110,2	110,8	111,7	110,8	3,3
48	110,0	110,4	109,5	110,8	109,8	111,4	112,9	110,8	110,2	110,8	111,8	110,8	3,4
50	110,0	110,3	109,5	110,7	109,7	111,3	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,8	3,4
52	110,0	110,6	109,5	110,7	109,8	111,4	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,9	3,4
54	110,0	110,3	109,4	110,6	109,8	111,4	112,9	110,8	110,1	110,8	111,9	110,8	3,5
56	110,0	110,3	109,4	110,7	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,8	111,9	110,8	3,5
58	110,0	110,4	109,4	110,9	109,6	111,4	112,8	111,1	110,1	110,9	111,9	110,8	3,4
60	110,0	110,3	109,4	110,7	109,7	111,4	112,8	111,2	110,1	110,9	112,0	110,8	3,4
<b>T.PROM</b>	110,0	110,4	109,3	110,7	109,7	111,3	112,8	110,9	110,1	110,8	111,8	110,8	
<b>T.MAX</b>	110,0	110,6	109,5	111,0	109,9	111,5	112,9	111,2	110,2	110,9	112,0		
<b>T.MIN</b>	110,0	110,3	109,3	110,5	109,6	111,0	112,6	110,8	110,0	110,5	111,7		
<b>DTT</b>	0,0	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3		



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC032 - T - 2023

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	109,3	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,4	0,1
Estabilidad Medida ( ± )	0,3	0,04
Uniformidad Medida	3,5	0,1

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

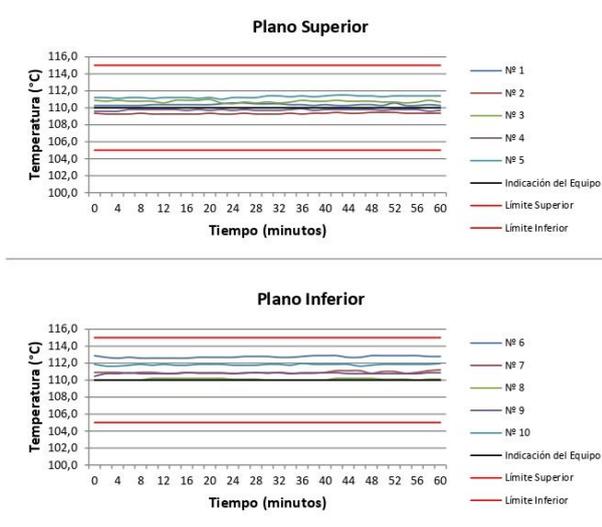


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 5 de 6

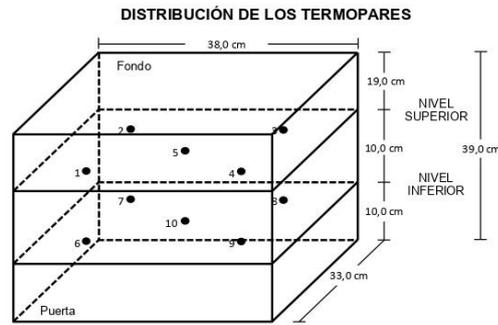
**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO**  
**TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 6 de 6



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 7 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



**DATOS TÉCNICOS**

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
<b>Clase</b>	1,0	<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión	<b>Modelo</b>	KAL 1MN
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital	<b>Clase</b>	0,5
<b>División de Escala</b>	0,1 kN	<b>Número de Serie</b>	911250
<b>Resolución</b>	0,1 kN	<b>Certificado de Calibración</b>	5047 del INM
<b>Intervalo de Medición</b>	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	<b>Próxima Calibración</b>	2023-02-03
<b>Calibrado</b>			
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	20 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 $S_{1,2 y 3}$ kN
	$S_1$ Ascendente kN	$S_2$ Ascendente kN	$S_2'$ No Aplica	$S_3$ Ascendente kN	$S_4$ No Aplica		
20	200,0	200,10	200,18	---	200,21	---	200,16
30	300,0	300,45	300,11	---	300,36	---	300,31
40	400,0	400,30	400,27	---	400,81	---	400,46
50	500,0	500,65	500,35	---	500,36	---	500,45
60	600,0	600,50	600,71	---	600,91	---	600,71
70	700,0	700,60	700,60	---	700,40	---	700,53
80	800,0	800,10	800,85	---	800,08	---	800,34
90	900,0	900,40	900,56	---	900,33	---	900,43
100	1 000,0	1 000,2	1 000,1	---	1 000,6	---	1 000,3

LM-PC-05-F-01 R12.3





**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...**

**Tabla 2.**

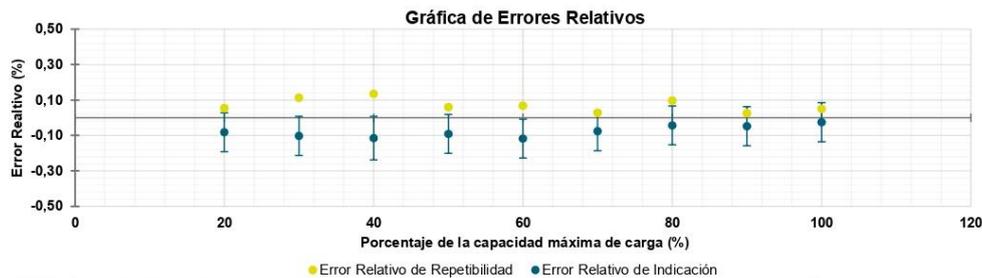
Error relativo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,010	0,020	----	0,010	----

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad			$U$		
%	kN	q %	b %	v %	a %	kN	%	----
20	200,00	-0,08	0,06	----	0,050	0,22	0,11	2,02
30	300,00	-0,10	0,11	----	0,033	0,33	0,11	2,01
40	400,00	-0,12	0,14	----	0,025	0,49	0,12	2,01
50	500,00	-0,09	0,06	----	0,020	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,12	0,07	----	0,017	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,08	0,03	----	0,014	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,04	0,10	----	0,013	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,05	0,03	----	0,011	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,03	0,05	----	0,010	1,1	0,11	2,02



**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERU ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

**Temperatura Ambiente Máxima:** 20,7 °C  
**Humedad Relativa Máxima:** 64 % HR

**Temperatura Ambiente Mínima:** 20,5 °C  
**Humedad Relativa Mínima:** 62 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.3





## Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-390

Page / Pág. 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PRENSA PARA ENSAYO DE CONCRETO	<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 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 Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-42	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	492	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA LLATAS E.I.R.L.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	CAL. HIPOLITO UNANUE NRO 109 URB SANTA BEATRIZ - JAÉN	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	JAÉN	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 24	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin 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 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 provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

### Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

**Felix Jaramillo Castillo**  
Responsable Laboratorio de Metrología

LMPC-05F-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad de los Asesores**

Nosotros, PIEDRA TINEO JOSE LUIS , LLATAS VILLANUEVA FERNANDO DEMETRIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesores de Tesis titulada: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 CON CENIZA VOLANTE, NIEVA, 2023", cuyo autor es GOMEZ REQUEJO ELVER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 06 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LLATAS VILLANUEVA FERNANDO DEMETRIO <b>DNI:</b> 41953733 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5718-948X	Firmado electrónicamente por: LLVILLANUEVAFD el 02-01-2024 19:20:10
PIEDRA TINEO JOSE LUIS <b>DNI:</b> 45376157 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2727-9692	Firmado electrónicamente por: JPIEDRAT el 16-01-2024 00:40:37

Código documento Trilce: TRI - 0652951