



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Efectos de la Adición de Cal (NHL) y Ceniza de tallo de Cebada en las  
Propiedades Físicas – Mecánicas del concreto, Cusco, 2022**

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

**AUTOR:**

Holgado Chunca, Hugo Beltran (orcid.org/0000-0002-6894-0053)

**ASESOR:**

Ing. Canta Honores, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERU**

**2022**

## **Dedicatoria**

Gracias a Dios por darme salud, trabajo y una lida familia. Este logro está dedicado a aquellas personas que depositaron su confianza en mí, familia Holgado, Chunca Muñiz, mis hijas adorables por otro lado familia Huarcaya y Olivares quienes también me inculcaron principios y valores en mi formación profesional, principales gestores para lograr mis metas.

## **Agradecimiento**

Principalmente quiero agradecer a la Universidad César Vallejo por permitirnos aceptarnos como nuestra alma mater.

Nuestro mayor agradecimiento a nuestro asesor Mo. Ing. Canta Honores, Jorge Luis, quienes nos guiaron en la realización del presente trabajo de investigación y nos ayudaron a superar los contratiempos dados, en el proceso de desarrollo.

Un agradecimiento especial a nuestros familiares, por su comprensión y ánimo.

A todos muchas gracias.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	9
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra, muestro y unidad de análisis .....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de análisis de datos .....	28
3.7. Aspectos éticos .....	41
IV. RESULTADOS .....	42
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES .....	55
VII. RECOMENDACIONES .....	56
REFERENCIAS .....	58
ANEXOS .....	62

## Índice de tablas

Tabla 1. Ensayo de resistencia – Tiempo para realizar.....	16
Tabla 2. Dosificación de cenizas para cada briqueta de hormigón.....	23
Tabla 3. Distribución de ensayos para las propiedades mecánicas .....	23
Tabla 4. Distribución de ensayos para las propiedades mecánicas .....	24
Tabla 5. Distribución de ensayos para las propiedades mecánicas .....	25
Tabla 6. Análisis químico – ceniza de tallo de cebada .....	28
Tabla 7: <i>Diseño de mezcla Patrón (P) – Por briqueta</i> .....	29
Tabla 8: <i>Diseño P + 4% Cal + 4% CTC – Por briqueta</i> .....	29
Tabla 9: <i>Diseño P + 4% Cal + 5% CTC – Por briqueta</i> .....	30
Tabla 10: <i>Diseño P + 4% Cal + 6% CTC – Por briqueta</i> .....	30
Tabla 11: <i>Cantidad de Ceniza de tallo de cebada / cemento – Por briqueta</i> .....	30
Tabla 12: <i>Diseño de mezcla Patrón (P) – Por vigueta</i> .....	31
Tabla 13: <i>Diseño P + 4% Cal + 4% CTC – Por vigueta</i> .....	31
Tabla 14: <i>Diseño P + 4% Cal + 5% CTC – Por vigueta</i> .....	31
Tabla 15: <i>Diseño P + 4% Cal + 6% CTC – Por vigueta</i> .....	32
Tabla 16: <i>Cantidad de Ceniza de tallo de cebada / cemento - Por vigueta</i> .....	32
Tabla 17. <i>f'c – 07 días - briquetas</i> .....	33
Tabla 18. <i>f'c – 14 días - briquetas</i> .....	33
Tabla 19. <i>f'c – 28 días - briquetas</i> .....	34
Tabla 20. <i>Resultados de la f'c</i> .....	34
Tabla 21. <i>f'c – 07 días - Viguetas</i> .....	35
Tabla 22. <i>f'c – 14 días - Viguetas</i> .....	35
Tabla 23. <i>f'c – 28 días - Viguetas</i> .....	36
Tabla 24. <i>Resultados de la resistencia a la flexión</i> .....	36
Tabla 25: <i>Resultados de trabajabilidad</i> .....	37
Tabla 26: <i>Resultados de contenido de aire</i> .....	38
Tabla 27. <i>Costo – briquetas / und</i> .....	39
Tabla 28. <i>Costo –para viguetas / und</i> .....	39
Tabla 29. <i>Resultados obtenidos de los hormigones modificados</i> .....	40
Tabla 30: <i>Resultados de compresión axial (f'c)</i> .....	43
Tabla 31: <i>Resultados de flexión</i> .....	44
Tabla 32: <i>Resultados de trabajabilidad</i> .....	45
Tabla 33: <i>Resultados de contenido de aire</i> .....	46
Tabla 34: <i>Resultados de costo beneficio</i> .....	47
Tabla 35: <i>Análisis correlacional según Pearson entre V1 y V2</i> .....	48
Tabla 36: <i>Prueba de normalidad (V1 y V2)</i> .....	49
Tabla 37: <i>Correlación entre la V1D1 y V2D1I1</i> .....	49
Tabla 38: <i>Correlación entre la V1D1 y V2D1I2</i> .....	50
Tabla 39: <i>Correlación entre la V1D1 y V2D2I1</i> .....	50
Tabla 40: <i>Correlación entre la V1D1 y V2</i> .....	51
Tabla 41: <i>Correlación entre la V1D1 y V2D3I1</i> .....	51
Tabla 42: <i>Correlación entre la V1 y V2</i> .....	52

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Realidad problemática de la investigación .....	2
Figura 2. Ensayos de resistencia promedio – Compresión en laboratorio.....	14
Figura 3. Ensayo a la compresión - Tipos de fractura .....	15
Figura 4. Dimensiones de prismas .....	15
Figura 5. Probeta - Identificación.....	15
<i>Figura 6. Ensayo de tracción – Esfuerzos sometidos.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 7. Resistencia a flexión - Esfuerzos aplicados en el ensayo .....</i>	<i>17</i>
Figura 8. Cuadro de procedimiento .....	26
Figura 9: Recolección de Cebada .....	28
Figura 10: Cebada - Ceniza .....	28
Figura 11: Flujograma .....	41
Figura 12: Perú (Mapa) .....	42
Figura 13: Region Cusco (Mapa) .....	42
Figura 14: <i>Mapa de la provincial de Urubamba.....</i>	<i>42</i>
Figura 15: Relación de $f'c$ vs %s de dosificación .....	44
Figura 16: Relación de flexión vs %s de dosificación .....	45
Figura 17: Relación de trabajabilidad vs %s de dosificación .....	46
Figura 18: Relación de contenido de aire vs %s de dosificación.....	47
Figura 19: Relación de costo beneficio vs %s de dosificación .....	48

## Resumen

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo general “Demostrar los efectos de la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”, es por eso que se estableció los ensayos de resistencia a la compresión axial, resistencia a la flexotracción, trabajabilidad, contenido de aire y el análisis de costos sobre las dosificaciones establecidas, según a lo realizado en laboratorio. Asimismo, se formuló la siguiente metodología, el diseño fue experimental de carácter cuasiexperimental, tipo de investigación de nivel explicativo, similar enfoque cuantitativo. Se determinaron los resultados en base al concreto patrón, desarrollándose para la compresión  $221.35 \text{ kg/cm}^2 \pm 5.67 \text{ kg/cm}^2$ , para la flexión ( $34.06 \text{ kg/cm}^2 \pm 1.51$ ), para la trabajabilidad  $1.7 \text{ pulg} \pm 0.42 \text{ pulg}$ , para el contenido de aire  $1.6 \% \pm 0.224 \%$ , y verificándose un costo óptimo referido al costo beneficio de la dosificación 4.0% Cal + 7% de Ceniza de Tallo de Cebada. Concluyéndose que la incorporación de la cal al 4% y la ceniza de tallo de cebada al 4%, 5% y 6% es idóneo para los concretos por los resultados favorables obtenidos.

**Palabras clave:** Costo – beneficio, Propiedades físicas, propiedades mecánicas, resistencia a la compresión axial, resistencia a la flexotracción y dosificación.

## Abstract

The present research project had as its general objective "Demonstrate the effects of the addition of natural hydraulic lime and pozzolanic ash from barley stems on the physical and mechanical properties of concrete  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ", that is why it was established the tests of resistance to axial compression, resistance to flexotraction, workability, air content and cost analysis on the established dosages, according to what was done in the laboratory. Likewise, the following methodology was formulated, the design was experimental of a quasi-experimental nature, type of investigation of explanatory level, similar quantitative approach. The results were determined based on the standard concrete, developing  $221.35 \text{ kg/cm}^2 \pm 5.67 \text{ kg/cm}^2$  for compression, for flexión ( $34.06 \text{ kg/cm}^2 \pm 1.51$ ), for workability  $1.7 \text{ pulg} \pm 0.42 \text{ pulg}$  in, for air content  $1.6 \% \pm 0.224 \%$ , and verifying an optimal cost referred to the cost benefit of the 4.0% Cal + 7% Barley Stem Ash dosage. Concluding that the incorporation of lime at 4% and barley stem ash at 4%, 5% and 6% is suitable for concrete due to the favorable results obtained.

**Keywords:** Cost - benefit, physical properties, mechanical properties, axial compression strength, flexotraction strength and dosage

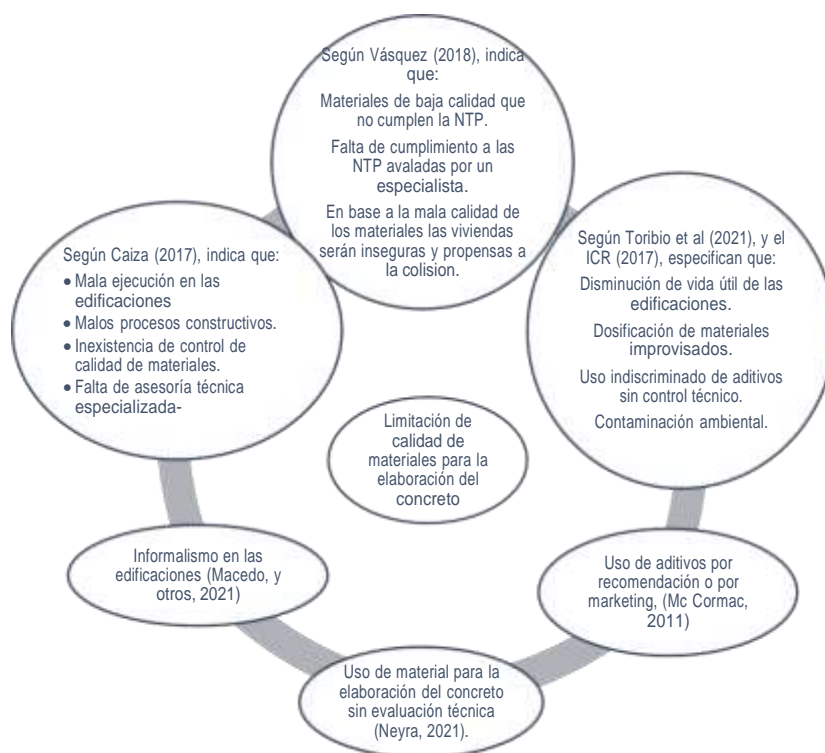


## I. INTRODUCCIÓN

En realidad, problemática, verificando la parte globalizada del momento es la necesidad urgente de la adquisición de materiales idóneos para construcción de viviendas multifamiliares por el alto incremento de la población en diferentes zonas estratégicas del medio. Es preciso señalar que la informalidad en las edificaciones (Macedo, y otros, 2021), menciona que las edificaciones son autoconstruidas por la necesidad de la población, sin un control adecuado en el proceso constructivo y sin los permisos pertinentes; en el uso de material para el concreto en su elaboración sin evaluación técnica (Neyra, 2021), indica que el material usado en la mezcla del concreto, es según al criterio del albañil y/o maestro de obra, contratado directamente por el propietario, basándose únicamente en los años de experiencia; y en uso de aditivos por recomendación o por marketing, (McCormac, 2018), explica que por la recomendación o venta de los aditivos sugieren el incremento de las propiedades del concreto, los dueños de las edificaciones adicionan indiscriminadamente pensando que mejoran la mezcla del cual terminando alterando la mezcla y ocasionando un mal uso de dicho material; esta tesis es una investigación que apunta a que se pueda hacer concreto añadiendo ceniza de lastrojo de cebada. Hasta el día de hoy, la tecnología ha hecho grandes avances en el desarrollo de materiales de construcción y sus técnicas de producción para lograr objetivos ambientales y de materiales sostenibles (Ccana, 2021). La arquitectura está evolucionando a pasos agigantados y este desarrollo introduce el uso de materiales ecológicos, pero sin duda es una evolución constante (Vargas, 2021). Por lo tanto, se necesitan mejoras a nivel estructural y la capacidad de innovar los materiales de construcción para lograr un rendimiento de construcción sostenible y beneficioso (García, y otros, 2021).

En el ámbito internacional, esto se debe al hecho problemático de que el hormigón es ahora el material de uso frecuente en ámbito de la técnica infraestructural. Si bien el empleo del hormigón es de carácter relevante en el ámbito del desarrollo social, también está aumentando el pedido de constituyentes similares del hormigón, insumos tales como (grava gruesa,

grava fina), material calcáreo en polvo y agua. Con el rápido sobrepoblación del globo terrestre, ha aumentado el pedido de proyectos de infraestructura internacional (Cement Review, 2017), en 2016, el consumo mundial de cemento ascendió a 4.129 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento aproximado al año de 1,8%. En términos de gasto per cápita, el consumo mundial de cemento per cápita es de 557 kg (Cement Review, 2017 pág. 18). En Perú, la situación no es bastante ajeno a resultados estadísticas de otros países sudamericanos. En términos de producción por habitante, el Perú ocupa el tercer lugar entre los diez países de Sudamérica, después de Bolivia y Ecuador. Por consiguiente, la producción por habitante en el Perú es de 322 kg en comparación con países fronterizos como Paraguay, Chile y Colombia, que tienen una producción baja por habitante (Pineda, 2021 pág. 18)



*Figura 1.* Realidad problemática de la investigación

Fuente: Elaboración propia.

Comparación de la  $f'c$  entre hormigón, hormigón microsilicio y hormigón con CCA, Se utiliza un método aplicado - experimental, durante la investigación se reemplaza al 20%, 24%, 28% con ceniza cubierta externa de arroz y 7%, 11%, 15% humo de sílice, una parte de cemento con diferentes dosificaciones. Las muestras fueron analizadas a los 7, 14 y 28 días; demostrando como desempeñó mejores mezclas de 24% y 28%, con 212,11 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días (Caiza, 2017).

Nacionalmente, se incrementó la utilización del cemento con el tiempo, el problema no es ajeno a ella, ya que es un material limitado y no recuperable (Salas, y otros, 2013). Dado que es un material reducido, a veces no es posible hallar la cantidad de cemento necesaria para desarrollo de un proyecto de infraestructura pública o privada (Agudelo, y otros, 2017). En base a la primera pregunta, los ingenieros civiles vieron la necesidad de buscar alternativas susceptibles de mejorar las propiedades del mismo y el uso del cemento, según el concreto que se debe tener en el proyecto, debido al importante aumento de conjunto de habitantes, de la cual el 75% vivir en zonas urbanas, por lo que incrementa la generación de sobras de cosecha (Abellan et al, 2021). El 50% de los residuos no son tratados ni reciclados. Como: Puno, Chimbote, Cajamarca, altamente contaminante (Baldoce, y otros, 2019). Estas ciudades decidieron usar ceniza de paja, bagazo, ceniza volante, una solución que agrega una pequeña cantidad de concreto para pavimentar (Palacios, 2021 pág. 10).

En nuestro país, se suelen observar algunos problemas en el proceso de construcción del hormigón debido a que el cemento, los áridos o el agua ya no tienen la misma calidad que antes, por lo que no se han resuelto los compuestos químicos del hormigón como su objeto de efectividad (Ccana, 2021 pág. 7). Cuando se comprueba que la adición de cal para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón, está relacionada con la  $f'c$ ". Este método es semi-empírico y tipo de aplicación. Diseño del hormigón modelo obtenido en 28 días La  $f'c$  es de 212,40 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la adición de 4% de cal es de 235,15 kg/cm<sup>2</sup>, 8% respectivamente con 227,97 kg/cm<sup>2</sup>, y 12% 215,45 %, la proporción óptima es 4% de cal (Aguilar, y otros, 2021).

Determinar el efecto de la ceniza de salvado de cebada (CAC) y la paja de maíz (CRM) sobre cualidades del hormigón; se utilizaron métodos semi-empírico, explicativos y cuantitativos, empleando 4% en peso de cemento, cuantificando 8% y 12%, dando los siguientes resultados: el concreto estándar tiene un alto grado de densidad hundimiento 4.2", la f'c a los 28 días es de 221,4 kg/cm<sup>2</sup>. El 4%, 8% y 12% CAC provoca un asentamiento de 4,2", 4,5" y 4,8", respectivamente (Morales, y otros, 2020).

Asimismo, en el ámbito local, la ciudad de Cusco en el distrito de Chinchero, hubo un incremento significativo con 10 477 personas, por lo que las familias necesitaban vivienda, lo que las obligó a comprar grandes cantidades de terreno a precios muy elevados (INEI, 2020). Y dado que la mayoría de la gente no puede construir una casa a bajo precio con materiales de alta calidad, y mucho menos contratar a un ingeniero. Alternativa de utilizar cenizas de tallo de cebada, ya que en el distrito de Chinchero, lo tiran como abono en los campos hasta que se descompone naturalmente, lo que mejora el hormigón tradicional. Finalmente, el objetivo de estos estudios fue determinar el efecto de las cenizas de tallo de cebada con cal sobre los parámetros mecánicos del concreto, ya que un aspecto importante de estos estudios fue el uso de cemento para aumentar la cantidad de cemento utilizado para evitar futuras producciones. ya que en su mayoría es material casero, contaminado y mal utilizado por falta de orientación técnica.

En la formulación del problema, se tuvo que muchos edificios en el distrito de Chinchero son edificios de muy bajo volumen construidos con concreto, es necesario priorizar la mejora en las construcciones de los habitantes prosperar su estilo de vida, por lo que se termina el concreto agregando cal y ceniza de tallo de cebada, como aditivo natural, que consigue incrementar la resistencia a la compresión, aumentar su resistencia a la flexotracción, mejorando su contenido de aire y por ende incrementar su trabajabilidad. Por lo que en el presente proyecto se ha planteado tales que:

Como problema general fue: ¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en las propiedades

físicas-mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  Región Cusco, año 2022?, y en los *problemas específicos* fueron: (1) ¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la  $f'c$  del concreto?, (2) ¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la resistencia a la flexión del concreto?, (3) ¿Qué é efectos tiene la adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la trabajabilidad del concreto?, (4) ¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en el contenido de aire del concreto?, y (5) ¿Cuál es el efecto de la adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza d puzolánica de tallo de cebada en los costos de aplicación del concreto?.

En la justificación de los estudios, se pudo justificar sugiriendo nuevas alternativas para mejorar el hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , recomendando el empleo de cenizas y materiales naturales, el uso de estos residuos sería beneficioso como valor adicional. En la justificación teórica, los esfuerzos de investigación actuales apuntan a llenar este vacío, y en este sentido muchos autores han concluido que el hormigón convencional tiene un déficit en cuanto a la  $f'c$ , flexión y tracción por el cual se incorporará la cal hidráulica natural (NHL) (comercialmente conocido como cal de obra, el cual, complemento de cemento, muy útil para trabajos de construcción u otros similares. Es un producto alcalino, sustraído mediante la descomposición de rocas calizas) al 4% y la ceniza puzolánica de tallo de cebada al 4%, 5% y 6%, evaluando y mejorando sus propiedades mecánicas que aportara al concreto, por lo tanto detallaremos lo siguientes autores para la justificación de la investigación. Por otro lado en el caso de Arruda et al (2017) en su artículo aborda el tema de la estabilización de suelos para aplicaciones en caminos forestales y analiza la influencia de la cal hidratada en la estructuración de la fracción arena de un suelo artificial compuesto por las fracciones arena de dos suelos naturales, simulando el proceso natural de cementación de arenas y utilizando sistemas de empaque binario, por lo que el estudio abarco los siguientes puntos: como la caracterización de la resistencia mecánica y conductividad hidráulica de sistemas binarios del

suelo artificial; y el accionar de la cal hidratada en la estructuración de sistemas de empaque binario del suelo artificial. Se sometieron muestras de suelo a pretratamiento químico, para obtener fracciones de arena limpia de los dos suelos arenosos con diámetros de partícula que oscilaban entre 0,053 y 2 mm, previo tamizado y separación de las mismas en veintidós clases con máximo (D)/mínimo (d) proporciones que varían de 5,7 a 13,4. Secuencialmente, se prepararon especímenes de relleno binario del suelo artificial y luego se estabilizaron con 2% de cal hidratada comercial; y los especímenes fueron sometidos a ensayos de permeabilidad y penetración de cono cuasi-estático, con el fin de determinar su conductividad hidráulica y resistencia de punta de cono. Según avances obtenidos, se concluye que: En suelo artificial, un aumento de la relación D/d condujo a un aumento de la resistencia de la punta del cono y una disminución de la conductividad hidráulica; y la cementación con cal hidratada redujo la conductividad hidráulica y aumentó la resistencia de la punta del cono. Para Cabrera y Diaz (2018), en su investigación cenizas de fondo de biomasa tienen características potenciales para su utilización en fabricación de insumos de construcción; también Wang y Yuan (2021), explican que hacen un uso completo de estos desechos ceniza puede ayudar al desarrollo de concreto sostenible y conservación al medio ambiente al medio ambiente; para Aguilar y Diaz (2021), indican en su tesis de investigación que el porcentaje de cal hidráulica natural adicionado con mejores resultados es al 4%, por lo que se utilizara como aditivo constante en la presente proyecto; según SENAMHI (2021), indica que en la región Cusco, existe los sembríos priorizados tales productos papa, tubérculos y pastos, especificando también mayor productor de cebada el distrito de Chinchero dando un 67.5% de la producción total de la región; según Morales y Corimanya (2020), en su tesis de investigación indicaron que el mayor resultado obtenido con la adición de ceniza de tallo de cebada fue al 5%, por lo se usara porcentajes mayores como 6%, 7% y 8%; y por último nos basaremos en la norma ASTM C618 (2018), para la especificación estándar de cenizas volantes y escorias naturales calcinadas para el uso del concreto. En la justificación metodológica, se ha demostrado como una prueba semiempírico, con análisis de certificado de aprobación de

tamaño de partícula, pruebas de concreto fresco y duro, en la tarjeta de laboratorio utilizada para recopilar datos y verificar el porcentaje de cenizas volantes en propiedades mecánicas (Gómez, 2016). En la justificación técnica, basado en el uso de la ceniza de tallo de cebada y cal, para resolver el problema al aumentar indirectamente la resistencia a la tracción, aumentando la resistencia a la compresión baja y la resistencia a la flexión, también se encontrará una manera de resolver el problema aumentando las características del hormigón (Macedo, y otros, 2021). En la justificación económica, es preciso analizar e identificar investigaciones beneficiosos a base de indicadores económicos que nos permitan analizar mencionada beneficio, el presente producto estará encaminado a mejorar el desarrollo de agregados de construcción de banco bajo libro con limitaciones reducidos (American Concrete Institute, 1987).

Como hipótesis general, se tuvo que: incorporación de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en las cualidades físicas y mecánicas del hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>; y en las hipótesis específicas, fueron: (1) La incorporación de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en la  $f'c$  del hormigón; (2) La adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en la resistencia a la flexión del hormigón; (3) La adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada afecta en la trabajabilidad del hormigón; (4) La adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en el contenido de aire del hormigón; y (5) La adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada optimiza los costos de aplicación del concreto.

Y por último en el objetivo general, se tuvo que: Demostrar los efectos que tiene cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en las cualidades físicas-mecánicas del hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> Región Cusco – 2022; y como objetivos específicos fueron: (1) evidenciar los efectos que tiene la incorporación de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la  $f'c$  del hormigón (2) evidenciar los efectos que tiene la incorporación de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo

de cebada en la resistencia a la flexión del hormigón. (3) evidenciar los efectos que tiene la incorporación de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la trabajabilidad del hormigón. (4) Demostrar los efectos que tiene la adición de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en el contenido de aire del concreto. (5) Determinar el efecto de la incorporación de cal hidráulica natural (NHL) y ceniza puzolánica de tallo de cebada en los costos de aplicación del hormigón.



## II. MARCO TEÓRICO

Se utilizó antecedentes similares a la investigación propuesta, resaltando en ellos para el ámbito internacional tenemos a AGUDELO & ESPINOSA (2017), se profundizó el objetivo de analizar la resistencia de mezclas de hormigón con cenizas volantes; El método es aplicable – semiexperimental, cuyos resultados a los 28 días fue: 3634,63 psi y 3549,53 psi, con una media de 3592,08 psi; Se concluye que la mezclanza de hormigón con CV es correspondiendo al diseño del grado de 10%.

ORTIZ, ROJAS & TRIANA (2021), en su proyecto demostraron que su objetivo era caracterizar hormigones y morteros hidráulicos a partir de ceniza de café tostado. El método de aplicación es semi-experimental, adicionando ceniza de cemento de las mazorcas de café quemadas con 5%, 10% y 15% dependiendo del volumen de cemento, resistencia a la compresión 14 días, 28 días y 90 días. El cuestionario es un análisis estadístico, el número de muestras analizadas es de 3 muestras para cada prueba de edad y cenizas, las características totales son 36 muestras; Los resultados obtenidos del ensayo de compresión del hormigón muestran que el comportamiento obtenido con la adición del 1% es tan bueno como el 0,97% no conduce a una reducción significativa; Se encontró que el uso de ceniza de café tiene evidencia de una reducción en el impacto ambiental global de esta producción.

CAIZA (2017) dirigió su análisis objetivo a comparar la resistencia a la compresión entre el concreto, el concreto de microsílíce y el concreto de cascarilla de arroz usando agregado triturado; Esta técnica se puede aplicar al diseño experimental, durante el experimento se reemplazó el 20%, 24%, 28% por ceniza de cascarilla de arroz, y el 7%, 11%, 15% se reemplazó por microsílíce para la producción de concreto. Las muestras se dispensaron y analizaron los días 7, 14 y 28 del ciclo de tratamiento. El puntaje de sustitución de CCA de 20% fue mejor que las alternativas con 24% y 28%, mostrando un efecto a los 28 días de 212.11 kg/cm<sup>3</sup>; Se encontró que

cuando se reemplazó el cemento con 7%, 11% y 15% de microsilíce, la resistencia superó el 80%.

Como antecedentes nacionales tenemos Aguilar y Diaz (2021), indago como objetivo principal encontrar que la adición de cal para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estaba relacionada con la  $f'c$ . La metodología es de diseño cuasi experimental y de tipo aplicada. Obteniendo los resultados la  $f'c$  del hormigón después de 28 días fue de 212,40 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la adición de 4% de cal fue de 235,15 kg/cm<sup>2</sup>, correspondiendo un 8% de adición a 227,97 kg/cm<sup>2</sup> y un 12% es 215 45%. La conclusión la adición de cal afectó significativamente la resistencia a la compresión del hormigón, cuya proporción óptima fue de 4% de cal.

MORALES & CORIMANYA (2020), En sus proyectos, explican que su propósito es determinar los efectos del ahorro de cebada (CAC) y la paja de maíz (CRM) en propiedades específicas; La capacidad de diseñar un semi - finales, explicaciones y métodos cuantitativos, el uso de la dosis de cemento 4%, 8% y 12%, dando los siguientes resultados: el concreto estándar tiene una reducción de 4.2 pulgadas y peso - 5000 libras, es 221.4 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días. La adición de 4 %, 8 % y 12 % respectivamente, 4.4 ", 4" y 4.6 ", que pesa 2390.79 kg /m<sup>3</sup>, 2343.82 kg, 28 días; el concreto es de 210 kg /cm<sup>2</sup>.

GARCIA & QUITO (2021) Dicen que el objetivo es evaluar el efecto de las cenizas de carbón en las propiedades del hormigón. El método utilizado es un modelo semiempírico, en este estudio se analizaron un total de 48 muestras de 7 y 28 días de edad a dosis de 0%, 2,5%, 7,5% y 15%. Resultados de la prueba de cenizas de 28 días, 2,5 % de carbón de intercambio, resistencia promedio 210,3 kg/cm<sup>2</sup> 100,1 %, resistencia 7,5 %, promedio 186,3 kg/cm<sup>2</sup> 88,68 %, factor de peso promedio 15 % 148,2 kg/cm<sup>2</sup> promedio 70,5 %; Y en los ensayos de tracción con intercambio de cenizas los resultados fueron los siguientes: a los 28 días de edad con 2,5% de intercambio de carbono la resistencia fue de 224,5 kg/cm<sup>2</sup>, 7,5% - 193,3 kg/cm<sup>2</sup> y 15% - 156,9 kg. /cm<sup>2</sup>; La mejora de la prueba se logró

reemplazando el 2,5 % de cenizas volantes en las pruebas de resistencia a la compresión, pero hubo una disminución en la resistencia a la tracción y una disminución en la trabajabilidad en una proporción inferior al sistema recomendado de 2,5 %.

Para profundizar más en este tema, echemos un vistazo a los siguientes artículos de investigación; desarrollar; HUAQUISTO y BELIZARIO (2018) Revista de Estudios Altoandinos, Vol. 35, No. 3; Su propósito es utilizar cenizas volantes en el proceso de mezcla de concreto. La técnica es hormigón convencional con adición de 2,5%, 5,0%, 10,0% y 15,0% de cenizas volantes a los 7, 14, 28 y 90 días de edad. Los resultados muestran que la resistencia a la compresión promedio después de 28 días es de 221 kg/cm<sup>2</sup>, para concreto con cenizas volantes 2.5-223 kg/cm<sup>2</sup>, para cenizas volantes 5.0-231 kg/cm<sup>2</sup> y cenizas volantes 5.0. -231 kg/cm<sup>2</sup> La ceniza volante de hormigón es de 231 kg. /cm<sup>2</sup>. cm<sup>2</sup> El contenido de cenizas volantes es de 223 kg/cm<sup>2</sup> y las cenizas volantes a una temperatura de 15 grados 192 kg/cm<sup>2</sup>. En resumen Se recomienda utilizar cenizas volantes en lugar de cemento con un contenido inferior al 10%, sobrepasar este valor reducirá la resistencia al desgaste.

FARFÁN & PASTOR (2018). Revista UCV – HACER Vol.7 N°3; El objetivo del proyecto es proponer el uso de la ceniza de bagazo como hormigón duradero. Se utilizó hormigón convencional con adición de ceniza de caña en lugar de cemento en cantidades del 20% y 40%, respectivamente, durante 7 y 28 días a partir de la fecha de destrucción. Los resultados muestran que la f'c del hormigón disminuye a medida que aumenta el contenido de cenizas en la calidad de diseño. El hormigón con un 20 % de CBCA tiene la mejor resistencia a los 7 y 28 días después del curado, aunque ambos tienen un 59 % de hormigón estándar. Se dice que no se recomienda el uso de CBCA en estructuras debido a su baja resistencia.

NURTANTO Y OTROS (2020) Construction Structural Journal, volumen 35, número 3; Su propósito es comparar mezclas de cascarilla de arroz y ceniza de horno. La técnica es un cálculo semiempírico cualitativo con una muestra

de 12 pilares de hormigón, esta concentración da una muestra fina y reduce los vacíos de aire. Entonces al agregar CCA o CT el resultado es bueno, similar al resultado obtenido con fenogreco. La adición de este tipo de componente a veces produce valores de resistencia a la compresión mejores y a veces peores para una determinada edad, por ejemplo, 1, 3, 7 y 28 días, la adición de ceniza de ladrillo (5%) proporciona una mayor resistencia a la compresión que el volante. Después de 7 días, agregue 5% y 10% de ceniza de ladrillo para aumentar la resistencia a la compresión. Después de 28 días, agregue 1 paquete de ceniza de arroz y 1 paquete de ceniza. La adición de cenizas volantes a las raíces siempre dio como resultado una resistencia a la compresión más baja que las cenizas volantes, lo que determinó la relación óptima a los 28 días de edad. Por lo tanto, las pruebas de resistencia a la compresión muestran que el cemento 100% cenizas volantes puede reemplazar el uso de cemento Portland grado 1, 2, 4, 5.

En otros idiomas tenemos como de Revista DYNA, 86, pp.264-270. Este estudio tiene como objetivo evaluar la posibilidad de utilizar cenizas naturales como aditivo mineral en el concreto, el método utilizado en esta investigación es experimental. Los resultados indicaron que ceniza estaba en malla 100 y se agregó a la mezcla de cemento en 5, 10, 15 y 20% por peso mientras que el FTIR desarrolla principalmente la presencia de enlaces de carbonato de calcio. En conclusión el procedimiento EWA no es suficiente para su uso como mezcla mineral.

ABELLÁN y otros (2021) Revista DYNA, 88(216), 38-47. El objetivo de esta investigación fue diseñar y construir un UHPC utilizando cenizas volantes colombianas disponibles localmente, optimización numérica basada en plan de pruebas multicriterio, el método utilizado en esta investigación es experimental, los resultados de este estudio tuvieron como objetivo obtener uno con la más alta fluidez y resistencia y al mismo tiempo con el contenido mínimo de cemento. En conclusión los resultados muestran que a pesar de contener cantidades bajas de ceniza local en Colombia, el valor de compresión es de 150 Mpa sin tratamiento.

Da Silva y otros (2019). Res., Soc. Dev. 2019; 8(4):e2684861 Con el fin de analizar el uso de raíz de arroz alternativa y recicladores sintéticos evaluaron dos tipos de concreto en la síntesis mediante ensayos físico mecánicos, utilizando cemento natural en primero y Segundo uso 10%, ceniza de arroz 25% la metodología utilizada en este proceso ha sido probada y los resultados indican que existen diferencias significativas entre los racimos naturales y reciclados particularmente en términos de absorbancia de porosidad. En conclusión se puede confirmar la factibilidad del uso de reciclados en la producción de hormigón para estructura.

Por otro lado, las teorías bajo consideración incluyen conceptos, definiciones y regulaciones. Al igual que la cal, suele obtenerse por pirólisis de materiales como la caliza que contiene carbonato de calcio obtenido de yacimientos de caliza (Aguilar et al., 2021). Manejo de los siguientes tipos de cal según ACI (1987): En las obras se utiliza cal de construcción, La cal aérea, Cal viva (Q), La cal hidratada (S), cal apagada (CL), Cal dolomita, la cal dolomítica semihidratada, La cal dolomítica completamente hidratada, La cal hidráulica natural (NHL), La Cal Hidráulica (HL), La cal mixta (FL).

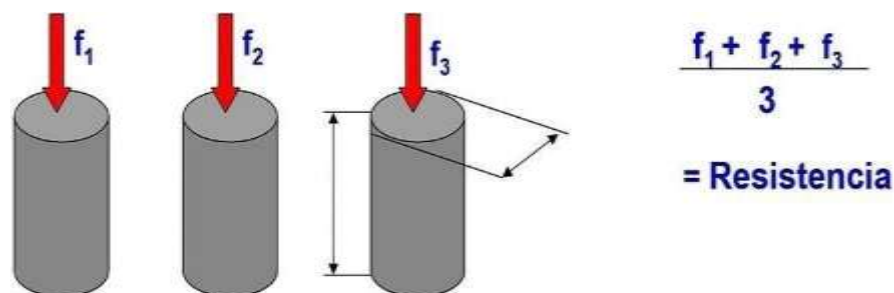
En cuanto a la definición de ceniza, explicó: “La especificación nos dice todo sobre la puzolana bio y natural del concreto” (ASTM C618, 2018), por tanto, la ceniza es un material constituido por puzolanas artificiales utilizadas en la construcción, obtenidas por tratamiento térmico (Gómez, 2016). Las cenizas tienen propiedades físicas, químicas y mineralógicas; es un material puzolánico que se disocia en cantidades variables de calcio vertidas y combinadas con cemento portland y agua, forma varios silicatos de calcio e hidratos de silicato de calcio (Ahmaruzzaman, 2010).

En la clasificación de las cenizas, la medición de la forma de las partículas esféricas, así como la composición química y fracción amorfa de las cenizas regulándolas (Salas, y otros, 2013 pág. 5). Dependiendo del contenido de agua del concreto, el concreto con cenizas volantes generalmente requiere menos agua que una mezcla de concreto que no contiene más cemento.

mezcla adecuada. Teniendo en cuenta parámetros como el tamaño de partícula y el coeficiente de absorción (Salas, y otros, 2013).

Debido al tiempo de fraguado de las cenizas volantes, su uso en concreto puede tener tanto ventajas como desventajas en cuanto al tiempo de fraguado. Esto ayudará en climas cálidos al limitar la adición de cemento u hormigón en el invierno. En cuanto a la resistencia del hormigón a las cenizas volantes, el hormigón con cenizas de grado C suele alcanzar una mayor resistencia antes que el hormigón con cenizas de grado F, lo que también demuestra que puede mejorar la ganancia de resistencia del hormigón con cenizas. Aumentar la cantidad de cemento en el hormigón. adición de cemento base de alta resistencia; reducir la relación agua-cemento en el material; Aumentar la temperatura de polimerización por acelerador (Salas, y otros, 2013 pág. 6).

Propiedades mecánicas del hormigón; siendo la resistencia a la compresión, tracción y flexión, utilizando esta propiedad del hormigón en el diseño de elementos estructurales (Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas, 2017). La resistencia a la compresión del hormigón se logra a través de tres objetivos: determinar si la mezcla de hormigón proporcionada cumple con los requisitos específicos del proyecto; Asegúrese de que la resistencia sea uniforme y esté ajustada al nivel necesario para la producción de concreto (Baldoceca, y otros, 2019).



*Figura 2.* Ensayos de resistencia promedio – Compresión en laboratorio

Fuente: Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas, HERRERA & POLO, 2017.

Se debe tener cuidado al interpretar la resistencia a la tracción, ya que no es una propiedad importante del hormigón fabricado con algunos materiales (Aguilar, y otros, 2021).

La resistencia a la compresión; es el esfuerzo máximo que soporta el hormigón ante el fallo, logrando una dureza de 28 días. (Morales, y otros, 2020). Obteniéndose con el cálculo de la siguiente forma:

$$R_c = \frac{4G\pi}{d^2}$$



Figura 3. Ensayo a la compresión - Tipos de fractura

Fuente: Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento, Quizzes, 2016.

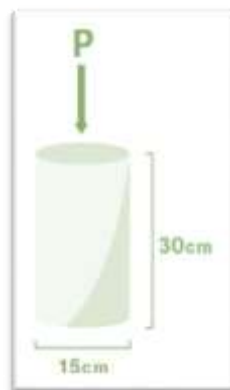


Figura 4. Dimensiones de prismas



Figura 5. Probeta - Identificación

Fuente: Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento, Quizzes, 2016.

Fuente: Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento, Quizzes, 2016.

La presión de la bomba debe ajustarse continuamente para evitar golpes. El desplazamiento vertical de la cabeza se estima en 1,3 mm/min (NTP 339.034, 2008).

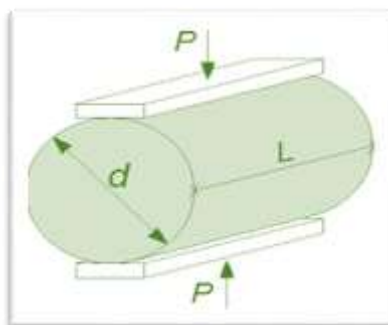
**Tabla 1.** *Ensayo de resistencia – Tiempo para realizar*

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE NTP 339.034	
	%	Horas
24 h	2.1	± 0.5
3 d	2.1	± 2.0
7 d	2.1	± 6.0
28 d	2.1	± 20.0
90 d	2.1	± 2.0

Fuente: NTP339.034(1999 pág. 218).

En la resistencia a la tracción; su resistencia requiere comprimir una muestra del diámetro mencionado anteriormente, en los ejes de opuestos diámetros, fallando para obtener datos (ABANTO, 2009). Calculando de la siguiente forma:

$$R_t = \frac{4P}{4LD}$$



*Figura 6.* Ensayo de tracción – Esfuerzos sometidos

*Fuente:* Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento, Quizzes, 2016.

Esfuerzo a la flexión, se determinan los esfuerzos respaldados por doblado de hormigón según (NTP 339.079, 2012). Se aplica en el tercio de luz hasta



que se dé la falla (NTP 339.183, 2013). Teniendo que ensayarlo a los 28 días, utilizando de 3% a 6% la carga de rotura.

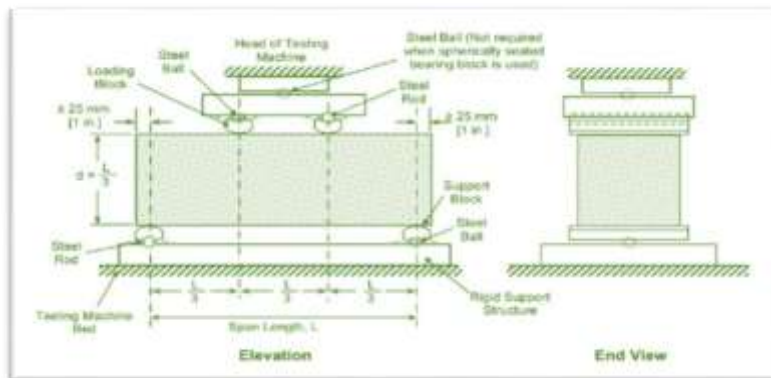


Figura 7. Resistencia a flexión aplicados en el ensayo

Fuente: INV.E-414-07(2017 pág. 3)

Cuando el pilar se somete a cargas horizontales hasta su rotura, se realizan tres etapas: primero, el concreto aún no ha fallado en el sitio, la segunda etapa es cuando se prueban las grietas elásticas y se crean tres grietas en el concreto (McCORMAC, y otros, 2011).

Propiedades físicas del hormigón; los ensayos se realizarán frescos, con el fin de revisar y verificar las propiedades el hormigón (Vargas, 2021).

En términos de consistencia, para que el concreto realice el trabajo requerido, el concreto debe tener la consistencia correcta y puede ser seco, maleable, suave o líquido según la cantidad de residuo en la muestra de concreto y las características de mezcla del equipo; El uso del cono de Abrams es una prueba que se realiza sobre una superficie de asfalto (Morales, y otros, 2020).

La mezcla con la proporción de cenizas se realizará según el método del Instituto Americano del Hormigón (ACI 211) utilizando:

Agrietamiento por contracción plástica; para ASOCRETO (2010) define la fisuración de la siguiente manera: “Una fisura generalmente se presenta en

la superficie del hormigón porque existe un esfuerzo mayor a su resistencia mecánica. Cuando la fisura supera su resistencia mecánica al espesor en una grieta"; De hecho, la tensión de tracción a la que se somete el hormigón supera su capacidad para resistir la tracción.

La aparición de fisuras puede ser provocada por varios mecanismos: Expansión del material embebido en el hormigón. Condiciones externas por carga o deformación de la estructura principal (Baldoceda, y otros, 2019). La retracción plástica es un fenómeno muy común en el hormigón en su estado natural y se produce por la acción del agua en los poros provocando la fisuración repentina de la superficie. Las grietas suelen aparecer dentro de las primeras dos a cuatro horas después de la ruptura, cuando la mezcla hierve, se endurece y pierde su brillo (TORIBIO, y otros, 2021 pág. 44).

Los especiales tienen una excelente relación superficie volumen, ya que las placas se rompen, son ideales para este tipo de fisuras. Actualmente, en un ángulo paralelo aproximado de 45 grados, las fracturas en las fracturas no son las mismas y las fracturas son fracturas diferentes. Distancia de 0,2 a 0,9 metros (VÁSQUEZ, 2018 pág. 36).

El Contenido de Aire: "El aire contenido en el hormigón se dispersa en forma de pequeñas burbujas esféricas conectadas entre sí por diminutos canales llamados poros, por los que escapa el agua a medida que el hormigón se seca y después de endurecer" (American Concrete Institute, 1987).

Según el planteamiento conceptual tenemos: Hormigón armado con ceniza. Estos incluyen cemento hidráulico, lotes de varios tamaños y compactado con ceniza. Cenizas de cebada. Es un aditivo a las mezclas de concreto para una mejor resistencia al agrietamiento durante el proceso de curado y después del fraguado del concreto; La herramienta donde mostramos la información importante que encontramos en nuestro negocio y que siempre queremos que la grandeza esté a nuestro alcance.

El hormigón es una mezcla de cemento, árido fino, árido grueso y agua. El agregado fino está sujeto a los límites de la NTP 400.037. El agregado

grueso está sujeto a los límites NTP 400.037. El cemento Portland se produce moliéndolo hasta obtener un polvo de clínker. El cemento Portland está hecho principalmente de silicato de calcio hidráulico y, por lo general, contiene una o más formas de sulfato de calcio que se agregan durante el proceso de molienda. El prensado es un proceso manual o mecánico diseñado para reducir el tamaño total de los poros de una nueva mezcla de mortero o concreto. La liquidez es el aumento de agua en la mezcla de hormigón durante el fraguado. El componente de aire es el aire en el concreto. La permeabilidad es la cantidad de agua que pasa a través de los poros de un material en un tiempo determinado. La contracción plástica ocurre en volúmenes absolutos líquidos y viscosos porque el concreto está mojado y el volumen absoluto de cemento revestido es menor que el volumen de cemento y agua antes de la hidratación. El curado es el proceso de controlar las condiciones ambientales durante el curado y/o estabilización del cemento, mortero u hormigón. Las curvas de tamaño de partícula son una representación gráfica de la distribución de tamaño de partícula en el conjunto, obtenida al calcular los agujeros de la cuadrícula de registro y evaluar la transformación porcentual o la suma de 100, que aquí es el soporte acumulativo equivalente. La densidad relativa es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua destilada a una temperatura determinada. La resistencia a la compresión es la capacidad de soportar una carga por unidad de área y se expresa como esfuerzo, típicamente  $\text{kg/cm}^2$ .

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**3.1.1. Tipo de investigación:** La investigación aplicada tiende a hacer una contribución significativa a las personas o países al explotar las relaciones entre el conocimiento, los productos y las teorías extraídas de la investigación básica (HERNANDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018). La investigación de la naturaleza aplicada como ciencia ha buscado anteriormente mejorar el concreto utilizando cal y cenizas de tallo de cebada tomando decisiones basadas en el contexto al elegir cal y cenizas de tallo de cebada para mejorar el concreto. - Propiedades mecánicas del hormigón. Probado en laboratorio para mejorar el empuje, la resistencia a la flexión y mejorar la maniobrabilidad.

**3.1.2. Diseño de la investigación:** Diseño de investigación: Cuasi - experimental, “Este tipo de estudios se caracteriza porque las personas no se eligen al azar sino que se descubren o se preseleccionan” (HERNANDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018 pág. 93). En este estudio utilizaremos una cantidad de muestras para analizar la influencia.

Enfoque de investigación: Este estudio es cuantitativo porque utilizaremos un conjunto de valores para contrastar las hipótesis y compararlas con los datos obtenidos en el experimento (Baena, 2017). En este artículo haremos esta suposición porque el análisis y el diseño se basarán en la dosis y algunas muestras identificadas durante la prueba.

Nivel alcance: explicativo, puede aumentar su comprensión de un tema en particular. Aunque no es concluyente, los científicos pueden descubrir por qué sucede (Palacios, 2021). Por lo tanto, La investigación explicativa permite que el investigador se familiarice con el tema que se va a examinar y diseñe teorías que permitan probarlos.

### 3.2. Variables y operacionalización

Variables de estudio:

Variable Independiente: Cal y Ceniza de tallo de cebada.

Definición conceptual: En la Norma E060 (2011), teoriza que la ceniza se recupera a través de procesos tanto manuales como industriales, comenzando con el calentamiento de arena de sílice, que consiste en una masa de resina que son procesadas con un molino de fibra larga, se desmenuza según las necesidades.

Definición operacional: La dosificación de cal es de 4% según Aguilar et al (2021), y será diferente a la ceniza de tallo de cebada según Bedoya et al (2021) para una posible dosificación de ceniza de tallo de cebada de 6%, 7% y 8%, el objetivo es aumentar la resistencia a la compresión, aumentar la flexibilidad, mejorar la trabajabilidad y reducir el contenido de aire.

Dimensión: Dosificación; granulometría y peso unitario

Indicadores: Cal, Ceniza de tallo de cebada, Cal y Ceniza de tallo de cebada, Patrón (0%), P + 4% Cal (Aguilar, y otros, 2021) + 6% Ceniza de tallo de cebada, P + 4% Cal (Aguilar, y otros, 2021) + 7% Ceniza de tallo de cebada, P + 4% Cal (Aguilar, y otros, 2021) + 8% Ceniza de tallo de cebada.

Escala de medición: Peso (Kg).

Variable Dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Definición conceptual: Los parámetros físicos y mecánicos del hormigón tanto en la etapa de fraguado, determinan la capacidad de carga del concreto; Estas propiedades incluyen la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión (TORIBIO, y otros, 2021 pág. 25).

Definición operacional: Cuando el concreto se prueba con ceniza de tallo de cebada y cal, afecta las características mecánicas que subyacen a su calidad.

En estos cuatro estudios, se probaron ensamblajes preseleccionados para resistencia a la compresión, consistencia mejorada, contenido de aire reducido, resistencia a la compresión aumentada y resistencia a la flexión aumentada. En formatos NTP y ASTM.

Dimensión: Propiedades mecánicas y físicas.

Indicadores: Trabajabilidad, contenido de aire, Resistencia a la compresión y Resistencia a la flexión.

Escala de medición: Pulg, porcentaje, kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.3. Población, muestra, muestro y unidad de análisis**

Población: “Generalmente se define como consistente en notas de campo con ítems originales del estudio, presentados en áreas espaciales” (ARIAS, 2018 pág. 81).

Conformado por las probetas de hormigón elaborados con y sin cal y ceniza de tallo de cebada en la ciudad Cusco, la población será limitada ya que incluirá todas las muestras de concreto cilíndrico analizadas (72 muestras cilíndricas y 24 muestras frescas) según los criterios de NTP y ASTM. Dando un total de 0.04 m<sup>3</sup> de hormigón por muestra, y haciendo un total de 4.07 m<sup>3</sup> de hormigón como población total.

Criterios de inclusión, determinan la misión poblacional, verificando los aspectos, naturaleza y características de la población de estudio (ARIAS, 2018). En el estudio se utilizarán sustancias sintéticas encontradas en el área de Chinchero.

Criterios de exclusión: crear restricciones comunitarias que excluyan características, personalidades y aspectos de la población encuestada (ARIAS, 2018). En esta prueba no se utilizarán cenizas de cal y que no sean de cebada.

Muestra: La muestra es un conglomerado selectivo y se considera representativa (HERNANDEZ-SAMPIERI, y otros, 2018).

**Tabla 2.** *Dosificación de cal y cenizas de tallo de cebada*

DISEÑO	DOSIFICACION
Patrón	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
D1	P + 4% de Cal + 4% de ceniza de tallo de cebada
D2	P + 4% de Cal + 5% de ceniza de tallo de cebada
D3	P + 4% de Cal + 6% de ceniza de tallo de cebada

Fuente: Elaboración propia.

En la muestra definida según ASTM C39 y ASTM C496. Donde el número de muestras se basa en el tamaño de la muestra. Definiremos la Cal por AGUILAR & DIAZ (2021), se encontró que la adición de cal afecta significativamente la resistencia a la compresión del hormigón, siendo su relación óptima 4% de cal, por lo que se optara como una adición constante en la dosificación de la mezcla; y para la ceniza de eucalipto utilizaremos a BEDOYA & CONDORI (2021), cuya conclusión fue que los porcentajes más adecuados para la elaboración de hormigón con ceniza de cebada fueron hasta 5% tendiendo buenos resultados, por lo que asumiremos las dosificaciones, por lo que el investigador dará una dosificación variable de 6%, 7% y 8%; motivo por el cual probaremos tres muestras por ensayo, dependiendo del estudio plantillado:

**Tabla 3.** *Distribución de ensayos para las propiedades mecánicas*

Descripción	Compresión	Flexión	Trabajabilidad	Contenido de aire
	A las 7, 14 y 28 días			
Patrón	3,3,3	3,3,3	3	3
D – 1	3,3,3	3,3,3	3	3
D – 2	3,3,3	3,3,3	3	3
D – 3	3,3,3	3,3,3	3	3
TOTAL	36	36	12	12

Fuente: Elaboración propia.

Además, se realizarán pruebas para analizar la composición química, la gravedad específica y el tamaño de partícula de las cenizas de tallos de cebada y cal.

Muestreo “El muestreo cubre partes de una colección, verificando una de las características de la colección” (ARIAS, 2018).

No hay muestras en el estudio actual, ya que será un proyecto mixto, por lo que no es posible intentar crear una muestra real.

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

En la técnica de investigación, “El programa utilizará aplicaciones que ayudarán en la recopilación de la información necesaria, utilizando métodos de minería de datos, pruebas de laboratorio, análisis e interpretación” (ARIAS, 2018 pág. 52). La observación directa se utiliza para recopilar datos válidos cuando se prueba el plan para comprender sus hallazgos.

Observación directa: Mencionó que “un sitio de investigación para recabar información; beneficiándose de su observación (Baena, 2017).

En los instrumentos de recolección de datos: observaremos que "Hay una herramienta de mejor precisión que una que muestra todos los datos porque se ha anotado para describir el propósito de la prueba propuesta" (Agudelo, y otros, 2017). Entonces utilizaremos equipos, instrumentos de laboratorio y programas informáticos para procesar los datos.

En la validez, se asegura que el resultado sea veraz de las variables independientes, tal es el caso este último caso puede estar sesgado y debe ser controlado (ARIAS, 2018 pág. 36). La confiabilidad se probará mediante investigación con la evaluación y aprobación de tres (03) ingenieros experimentados. Ver Apéndice 04.

**Tabla 4.** *Distribución de ensayos para las propiedades mecánicas*

Experto	Experto Académico	Apellidos y nombres	CIP	Validez
A	Ingeniero Civil	Mamani Cutipa, Ambrocio	47504	47.00
B	Ingeniero Civil	Cuba Benavente, Hugo	128589	45.00
C	Ingeniero Civil	Cortez Vargas, J. Pedro L.	199843	47.00
Promedio de validez				46.33

Fuente: Elaboración propia.



Confiabilidad: “De un instrumento de medida dado, refleja que los mismos resultados ocurrirán en la misma muestra con tiempos de repetición” (Ccana, 2021).

La confiabilidad de esta prueba se incluirá en el certificado de calibración del equipo de laboratorio utilizado en la prueba, pruebas similares serán publicadas y realizadas por un experto en materiales y normas de ASTM.

**Tabla 5.** *Distribución de ensayos para las propiedades mecánicas*

Entre los rangos 1.00 a 0.81 es una magnitud Muy alta
Entre los rangos 0.80 a 0.61 es una magnitud Alta
Entre los rangos 0.60 a 0.41 es una magnitud Moderada
Entre los rangos 0.40 a 0.21 es una magnitud Baja
Entre los rangos 0.20 a 0.01 es una magnitud Muy Baja

Fuente: Ultra-high-performance concrete with local high unburned carbon fly ash, Abellan et al, 2021.

### **3.5. Procedimientos**

Primero, la roca será excavada y analizada en un laboratorio. Ensayo para determinar densidad, humedad y densidad de agregados finos y gruesos; completado estas pruebas se obtendrán los resultados para utilizar el método ACI 211.

La cal y ceniza de tallo de cebada se obtendrán del campo de la provincia de Cusco, en el distrito de Chinchero. Obtener el método de obtención de la mezcla de hormigón, materiales disponibles; agregados cemento, cal, ceniza de tallo de cebada y agua, en briquetas para pruebas de laboratorio.

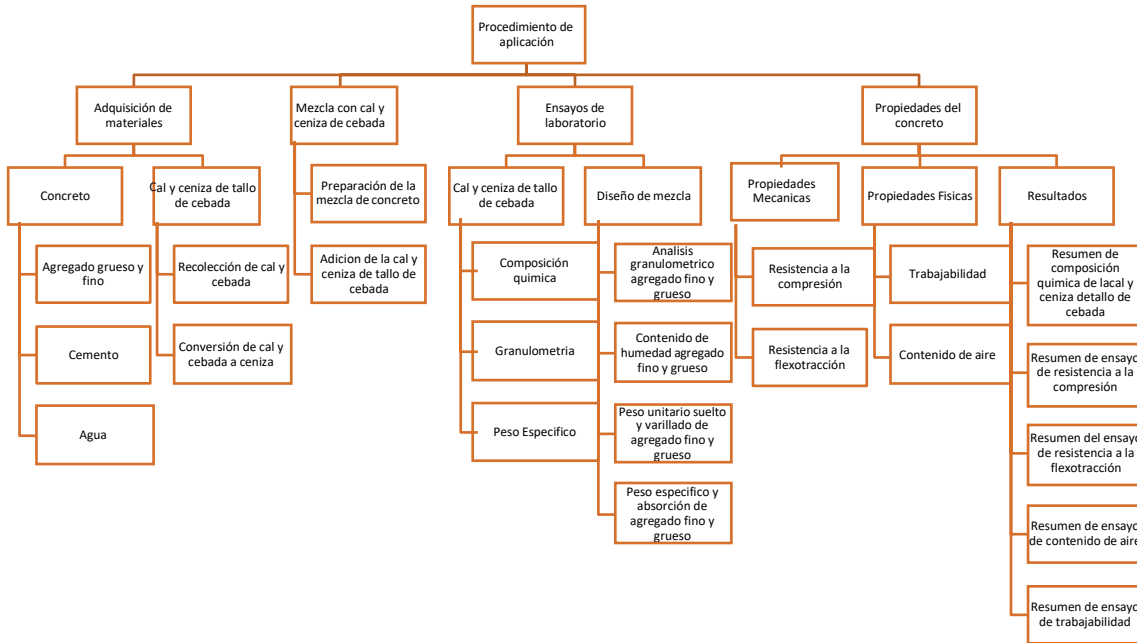


Figura 8. Cuadro de procedimiento

Fuente: Elaboración propia

Selección del material: Analizaremos los materiales de la cantera de Huambutio y Cenqa, para determinar las propiedades y características para desarrollar el hormigón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  deseado.

Al analizar y probar agregados, esto es muy importante y representa el 75% de la mezcla total. El relleno, además de la resistencia, las propiedades químicas y físicas, afectará significativamente su desempeño y resistencia. Para obtener resultados agregados, se realizarán diversas pruebas bajo NTP, realizando las siguientes pruebas de laboratorio; En primer lugar, determinación del tamaño de partícula, ensayos de densidad, presión y humedad y ensayos de cálculo de densidad y absorción de áridos.

En los dispositivos e instrumentos existen balanzas para uso en laboratorio de agregados finos y gruesos, cuya masa debe ser de aproximadamente 0,1 g. Cuando se utilicen tamices de acuerdo con la NTP 400.012, estos tamices deben estar acoplados al bastidor para evitar posibles pérdidas de material durante el tamizado. Horno será homogeneizado a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , además se

utilizaron baldes y palas de diferentes pesos en las pruebas. El muestreo según NTP 400.010, con especial atención al muestreo que pueda ser específico a las propiedades y estado de la sustancia que representa. Además del agregado, NTP400.012 proporciona escenas de descomposición o prácticas para el análisis de tamaño de partículas. En este punto, su objetivo principal ocurrirá después de la descomposición con sustancias según el tipo de simbiote (por ejemplo, ASHTO o SUCS). Para la escala general, use la cuadrícula que se proporciona en la sección descendente.

Para el análisis de tamaño de partícula de agregado grueso, según NTP 400.012 y ASTM C33, determinado de acuerdo con los requisitos de NTP 400.037. Después del tamizado, el resultado nominal es el volumen máximo y el porcentaje retenido por cada tamiz. En el análisis granulométrico según NTP 400.012 y ASTM C33 (Standard Specification for Aggregates). Los agregados se analizan pasando por tamices estándar de 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 de acuerdo a la NTP 400.037 (Cartón Requerimientos de Agregados del Hormigón) Luego se somete cada malla a módulo y porcentaje de refinamiento.

En la humedad del agregado, en la determinación de los agregados blandos y gruesos, se expresa según la NTP 339.185.

En el ensayo de Peso Unitario: Densidad y masa aparente de los agregados grandes y pequeños, obtenida según el procedimiento especificado en la fórmula NTP 400.017.

En el ensayo del peso específico (Agregado grueso y agregado fino), se calculó con la NTP 400 021 y MTC E-206 para el agregado grueso; y NTP 400.022 y MTC E-205 para el agregado fino.

Diseño de mezcla de hormigón: Se realizará en base a la norma ACI 211 en una dosificación de hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , entre las proporciones adecuadas en función del volumen y/o el peso.

### 3.6. Método de análisis de datos

“Detallaremos las operaciones realizadas: registro y codificación” (ARIAS, 2018 pág. 111).

Se aplicarán métodos inductivos en estudios de campo y laboratorio y estos métodos formarán la base de nuestras conclusiones y los resultados de laboratorio se interpretarán utilizando tablas y gráficos de comparación utilizando un programa para analizar tanto las variables explicativas como sus magnitudes con estos datos. En cuanto al material que tenemos en la ceniza de tallo de cebada, proviene de la región de Urubamba, ya que es aquí donde se encuentra el mayor potencial de producción, ya que contiene minerales como potasio, sodio, calcio y magnesio combinados. Apéndice 08.01: Ensayo químico de cenizas de tallo de cebada. Haz el siguiente resumen:

**Tabla 6.** Análisis químico – ceniza de tallo de cebada

Resultado de Análisis	Ceniza de Tallo de Cebada
SiO <sub>2</sub> %	62.25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	6.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	2.10
CaO %	5.72
MgO %	5.40

Fuente: Elaboración propia



Figura 9: Recolección de Cebada



Figura 10: Cebada - Ceniza

En el muestreo de datos, esto se realiza mediante la observación directa de la muestra, lo que nos permitirá visualizar las evidencias del laboratorio, obteniendo las anotaciones necesarias sobre los resultados del muestreo con metas y objetivos. La información de las pruebas de laboratorio se proporciona en el Anexo 08.02: Ensayo de diseño de mezclas.

- a) Características de la composición de la briqueta de hormigón; En el peso específico, los valores indicados a continuación, proceden del anexo 4, teniendo en el cemento un 2.85 gr/cm<sup>3</sup>, en el agregado fino un 2.54 gr/cm<sup>3</sup>, en el agregado grueso un 2.50 gr/cm<sup>3</sup>; En el proceso de tamizado, se muestra en el anexo 4, verificando que el agregado fino pasa por la malla 100, y el agregado grueso para por la malla ¾ pulg
- b) Diseño de mezclas de la briqueta de hormigón, ver anexo 08.02; Para la composición del compuesto según ACI 211, e incorporación de las cenizas de tallo de cebada en un porcentaje de 4%, 5% y 6%:

**Tabla 7:** *Diseño de mezcla Patrón (P) – Por briqueta*

Materiales	Kg	%
Cemento	2.348	17.18
Agregado fino	4.106	30.05
Agregado Grueso	5.500	40.25
Agua	1.711	12.52
TOTAL	13.665	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8:** *Diseño P + 4% Cal + 4% CTC – Por briqueta*

Materiales	Kg	%
Cemento	2.348	17.18
Agregado fino	4.106	30.05
Agregado Grueso	5.500	40.25
Agua	1.711	12.52
TOTAL	13.665	100.00%
CENIZA DE TALLO DE CEBADA	0.094	4.00 %
CAL	0.094	4.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9:** *Diseño P + 4% Cal + 5% CTC – Por briqueta*

Materiales	Kg	%
Cemento	2.348	17.18
Agregado fino	4.106	30.05
Agregado Grueso	5.500	40.25
Agua	1.711	12.52
TOTAL	13.665	100.00%
CENIZA DE TALLO DE CEBADA	0.117	5.00 %
CAL	0.094	4.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10:** *Diseño P + 4% Cal + 6% CTC – Por briqueta*

Materiales	Kg	%
Cemento	2.348	17.18
Agregado fino	4.106	30.05
Agregado Grueso	5.500	40.25
Agua	1.711	12.52
TOTAL	13.665	100.00%
CENIZA DE TALLO DE CEBADA	0.141	6.00 %
CAL	0.094	4.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11:** *Cantidad de Ceniza de tallo de cebada / cemento – Por briqueta*

Descripción	% Cal	Kg	% CTC	Kg
Peso del cemento	100.00%	2.348	100.00%	2.348
Patrón (P)	0.00%	0.000	0.00%	0.000
D - 1	4.00%	0.094	4.00%	0.094
D - 2	4.00%	0.094	5.00%	0.117
D - 3	4.00%	0.094	6.00%	0.141

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12:** *Diseño de mezcla Patrón (P) – Por vigueta*

Materiales	Kg	%
Cemento	4.736	18.36
Agregado fino	7.529	29.18
Agregado Grueso	10.085	39.09
Agua	3.450	13.37
TOTAL	25.800	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13:** *Diseño P + 4% Cal + 4% CTC – Por vigueta*

Materiales	Kg	%
Cemento	4.736	18.36
Agregado fino	7.529	29.18
Agregado Grueso	10.085	39.09
Agua	3.450	13.37
TOTAL	25.800	100.00%
CENIZA DE TALLO DE CEBADA	0.189	4.00 %
CAL	0.189	4.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14:** *Diseño P + 4% Cal + 5% CTC – Por vigueta*

Materiales	Kg	%
Cemento	4.736	18.36
Agregado fino	7.529	29.18
Agregado Grueso	10.085	39.09
Agua	3.450	13.37
TOTAL	25.800	100.00%
CENIZA DE TALLO DE CEBADA	0.237	5.00 %
CAL	0.189	4.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15:** *Diseño P + 4% Cal + 6% CTC – Por vigueta*

Materiales	Kg	%
Cemento	4.736	18.36
Agregado fino	7.529	29.18
Agregado Grueso	10.085	39.09
Agua	3.450	13.37
TOTAL	25.800	100.00%
CENIZA DE TALLO DE CEBADA	0.284	6.00 %
CAL	0.189	4.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16:** *Cantidad de Ceniza de tallo de cebada / cemento - Por vigueta*

Descripción	% Cal	Kg	% CTC	Kg
Peso del cemento	100.00%	4.736	100.00%	4.736
Patrón (P)	0.00%	0.000	0.00%	0.000
D - 1	4.00%	0.189	4.00%	0.189
D - 2	4.00%	0.189	5.00%	0.237
D - 3	4.00%	0.189	6.00%	0.284

Fuente: Elaboración propia

a) Realización del ensayo de  $f'c$  según la norma ASTM C-39

Se laboraron 36 briquetas con las dosificaciones de la tabla N° 02. Ver Anexo 08.03. Ensayo de resistencia a la compresión.

b) Realización del ensayo de flexión según la norma UNE-EN 12390-5:2020

Se laboraron 36 viguetas con las dosificaciones de la tabla N° 02. Ver Anexo 08.04. Ensayo de resistencia a la flexión.

c) Realización del ensayo de trabajabilidad según norma ASTM C-143

Se laboraron 12 muestras frescas en las dosificaciones de la tabla N° 02. Ver Anexo 08.05. Ensayo de Trabajabilidad

d) Realización del ensayo de contenido de aire según norma NTP 399.081

Se laboraron 12 muestras frescas en las dosificaciones de la tabla N° 02. Ver Anexo 08.06. Ensayo de contenido de aire



Continúe el análisis de datos desde el primer objetivo específico hasta alcanzar el objetivo general, empezando en el cálculo de la incidencia de la cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la  $f'c$  del concreto.

**Tabla 17.  $f'c$  – 07 días - briquetas**

DOSIFICACION		Dial	$f'c$ Diseño	Resist. de Probeta	Resist. que debe tener	% $f'c$ diseño	% $f'c$ debe tener
CAL	CENIZA	Mpa		(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	%	%
0 %	0 %	14.320	210	146.02	143.61	69.53%	68.39%
0 %	0 %	14.410	210	146.94	143.61	69.97%	68.39%
0 %	0 %	14.525	210	148.11	143.61	70.53%	68.39%
4 %	4 %	14.999	210	152.94	143.61	72.83%	68.39%
4 %	4 %	14.980	210	152.75	143.61	72.74%	68.39%
4 %	4 %	15.063	210	153.60	143.61	73.14%	68.39%
4 %	5 %	15.545	210	158.51	143.61	75.48%	68.39%
4 %	5 %	15.636	210	159.44	143.61	75.92%	68.39%
4 %	5 %	15.485	210	157.90	143.61	75.19%	68.39%
4 %	6 %	16.212	210	165.31	143.61	78.72%	68.39%
4 %	6 %	16.326	210	166.48	143.61	79.27%	68.39%
4 %	6 %	16.152	210	164.70	143.61	78.43%	68.39%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18.  $f'c$  – 14 días - briquetas**

DOSIFICACION		Dial	$f'c$ Diseño	Resist. de Probeta	Resist. que debe tener	% $f'c$ diseño	% $f'c$ debe tener
CAL	CENIZA	Mpa		(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	%	%
0 %	0 %	17.858	210	182.10	179.42	86.71%	85.44%
0 %	0 %	17.965	210	183.19	179.42	87.23%	85.44%
0 %	0 %	17.860	210	182.12	179.42	86.72%	85.44%
4 %	4 %	18.251	210	186.11	179.42	88.62%	85.44%
4 %	4 %	18.324	210	186.85	179.42	88.98%	85.44%
4 %	4 %	18.415	210	187.78	179.42	89.42%	85.44%
4 %	5 %	18.990	210	193.64	179.42	92.21%	85.44%
4 %	5 %	18.854	210	192.25	179.42	91.55%	85.44%
4 %	5 %	18.968	210	193.42	179.42	92.10%	85.44%
4 %	6 %	19.212	210	195.90	179.42	93.29%	85.44%
4 %	6 %	19.415	210	197.97	179.42	94.27%	85.44%
4 %	6 %	19.328	210	197.09	179.42	93.85%	85.44%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19.**  $f'c$  – 28 días - briquetas

DOSIFICACION		Dial	$f'c$ Diseño	Resist. de Probeta	Resist. que debe tener	% $f'c$ diseño	% $f'c$ debe tener
CAL	CENIZA	Mpa		(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	%	%
0 %	0 %	20.695	210	211.03	210.00	100.49%	100.00%
0 %	0 %	20.745	210	211.54	210.00	100.73%	100.00%
0 %	0 %	20.854	210	212.65	210.00	101.26%	100.00%
4 %	4 %	21.326	210	217.46	210.00	103.55%	100.00%
4 %	4 %	21.023	210	214.37	210.00	102.08%	100.00%
4 %	4 %	21.251	210	216.70	210.00	103.19%	100.00%
4 %	5 %	21.565	210	219.90	210.00	104.71%	100.00%
4 %	5 %	21.655	210	220.82	210.00	105.15%	100.00%
4 %	5 %	21.754	210	221.83	210.00	105.63%	100.00%
4 %	6 %	22.320	210	227.60	210.00	108.38%	100.00%
4 %	6 %	22.215	210	226.53	210.00	107.87%	100.00%
4 %	6 %	22.254	210	226.92	210.00	108.06%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 20.** Resultados de la  $f'c$

Dosificación	$f'c$ obtenido	Desviación estándar Ss	$f'c$ corregido
P	211.74	5.666	206.074
D - 1	216.18		210.514
D - 2	220.85		215.184
D - 3	227.02		221.354

Fuente: Elaboración propia

En el cálculo de incidencia de la cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la resistencia a la flexión del hormigón.

**Tabla 21.**  $f'c$  – 07 días - Viguetas

EDAD	DESCRIPCION	R (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
7 DIAS	PATRON	24.60	24.55
		24.48	
		24.59	
	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	26.05	26.10
		26.19	
		26.05	
	PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	26.85	27.12
		27.21	
		27.31	
	PATRON + 4% CAL + 6% CENIZA	28.47	28.60
		28.59	
		28.73	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22.**  $f'c$  – 14 días - Viguetas

EDAD	DESCRIPCION	R (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
14 DIAS	PATRON	28.59	28.77
		28.58	
		29.14	
	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	30.11	30.23
		30.34	
		30.23	
	PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	31.41	31.42
		31.45	
		31.39	
	PATRON + 4% CAL + 6% CENIZA	32.77	32.82
		33.03	
		32.68	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23.** *f'c – 28 días - Viguetas*

EDAD	DESCRIPCION	R (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
28 DIAS	PATRON	31.41	31.43
		31.34	
		31.53	
	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	32.77	32.99
		33.17	
		33.03	
	PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	33.91	34.00
		34.21	
		33.88	
	PATRON + 4% CAL + 6% CENIZA	35.45	35.57
		35.94	
		35.31	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24.** *Resultados de la resistencia a la flexión*

Dosificación	R.flexion obtenido	Desviación estándar Ss	R. flexión corregido
P	31.43	1.507	29.92
D - 1	32.99		31.48
D - 2	34.00		32.49
D - 3	35.57		34.06

Fuente: Elaboración propia

Calculo de incidencia de la cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 25:** *Resultados de trabajabilidad*

Dosificación	Slump obtenido	Desviación estándar Ss	Slump Corregido
P	3.2	0.415	2.8
D - 1	2.5		2.1
D - 2	2.3		1.9
D - 3	2.1		1.7

Fuente: Elaboración propia

En el cálculo de incidencia de la cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en el contenido de aire del concreto.

**Tabla 26:** *Resultados de contenido de aire*

Dosificación	C.A. obtenido	Desviación estándar Ss	C.A. corregido
P	2.4	0.224	2.2
D - 1	2.2		2.0
D - 2	2.0		1.8
D - 3	1.8		1.6

Fuente: Elaboración propia

En el cálculo de incidencia de la cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en los costos de aplicación del concreto.

**Tabla 27. Costo – briquetas / und**

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
Cemento	kg	2.348	S/ 1.70	S/ 3.99
Agregado fino	kg	4.106	S/ 2.00	S/ 8.21
Agregado grueso	kg	5.500	S/ 2.50	S/ 13.75
Agua	kg	1.711	S/ 1.00	S/ 1.71
4% Cal	kg	0.094	S/ 0.80	S/ 0.08
4% de Ceniza de tallo de cebada	kg	0.094	S/ 1.00	S/ 0.09
5% de Ceniza de tallo de cebada	kg	0.117	S/ 1.00	S/ 0.12
6% de Ceniza de tallo de cebada	kg	0.141	S/ 1.00	S/ 0.14
Patrón	S/	S/ 27.66	%	0.00%
D - 1	S/	S/ 27.83	%	0.61%
D - 2	S/	S/ 28.03	%	1.31%
D - 3	S/	S/ 28.24	%	2.09%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28. Costo –para viguetas / und**

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
Cemento	kg	4.736	S/ 1.70	S/ 8.05
Agregado fino	kg	7.529	S/ 3.00	S/ 22.59
Agregado grueso	kg	10.085	S/ 3.50	S/ 35.30
Agua	kg	3.450	S/ 2.00	S/ 6.90
4% Cal	kg	0.189	S/ 0.80	S/ 0.15
4% de Ceniza de tallo de cebada	kg	0.189	S/ 1.00	S/ 0.19
5% de Ceniza de tallo de cebada	kg	0.237	S/ 1.00	S/ 0.24
6% de Ceniza de tallo de cebada	kg	0.284	S/ 1.00	S/ 0.28
Patrón	S/	S/ 72.84	%	0.00%
D - 1	S/	S/ 73.18	%	0.47%
D - 2	S/	S/ 73.56	%	1.00%
D - 3	S/	S/ 74.00	%	1.60%

Fuente: Elaboración propia

En el cálculo de incidencia de la cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

**Tabla 29.** *Resumen de datos obtenidos en base a los objetivos*

Dosificación	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Trabajabilidad (pulg)	C. de aire (%)	S/ Briqueta	S/ Vigueta
Patrón	206.074	29.92	3.50	2.2	S/ 27.66	S/ 72.84
D - 1	210.514	31.48	3.00	2.0	S/ 27.83	S/ 73.18
D - 2	215.184	32.49	2.80	1.8	S/ 28.03	S/ 73.56
D - 3	221.354	34.06	2.60	1.6	S/ 28.24	S/ 74.00

Fuente: Elaboración propia



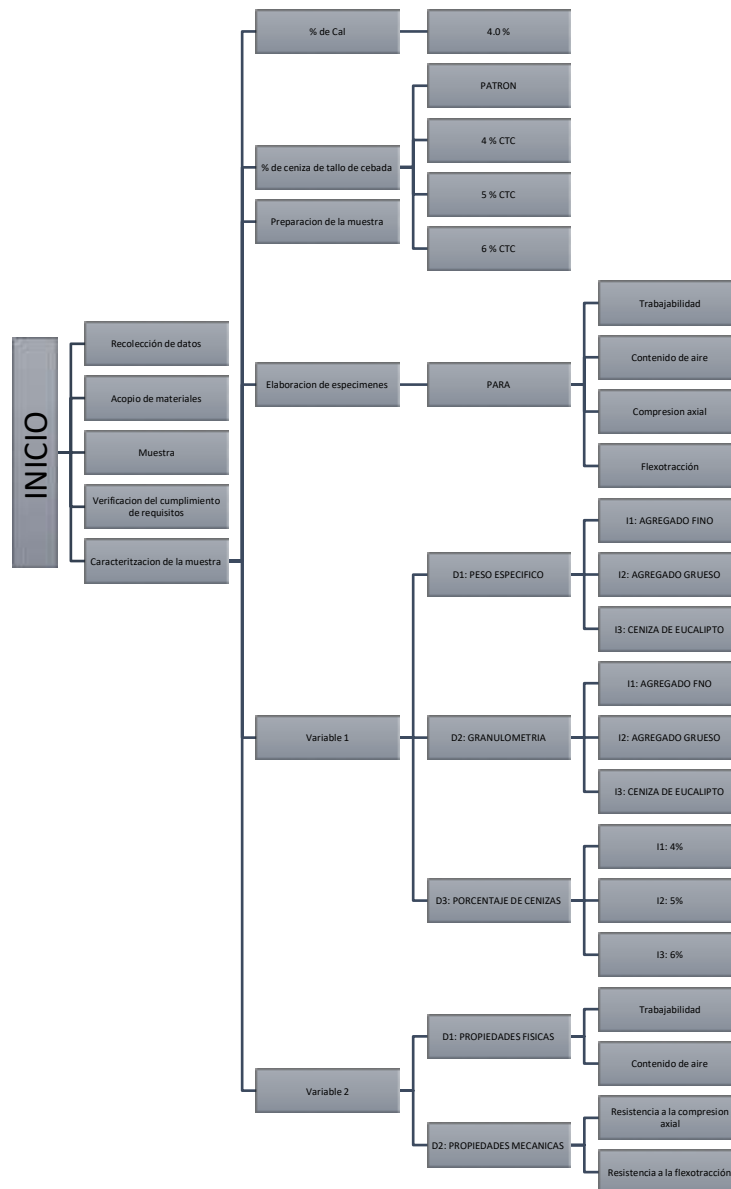


Figura 11: Flujograma

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Aspectos éticos

Este documento se adhiere a los principios de autenticidad, el contenido se publica en diferentes capítulos y las referencias son acordes a los artículos de vigencia en las referencias bibliográficas designadas por la universidad, donde se indica el título y el autor.

#### IV. RESULTADOS

En la presente tesis “Efectos de la adición de cal (NHL) y ceniza de tallo de cebada en las propiedades físicas-mecánicas del concreto, Cusco, 2022”. Políticamente se encuentra en la región oriental de Perú, incluido el área de Andina y selva alta.



Figura 12: Perú (Mapa)

Fuente: Google Search

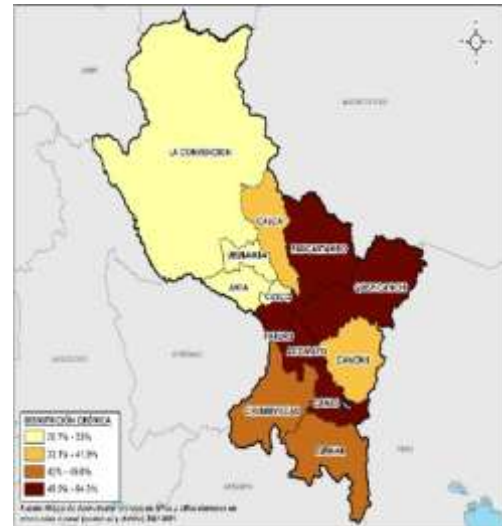


Figura 13: Region Cusco (Mapa)

Fuente: Google Search



Figura 14: Mapa de la provincial de Urubamba

Fuente: Google Search (2022)

La investigación se encuentra en la region del Cusco, Provincia de Urubamba, en el distrito de Chinchero. Geográficamente se encuentra al noroeste del Cusco, limitando con La Convención, Anta y Calca, siendo atravesada por el rio Vilcanota.

Cuyo clima es agradable todo el año, oscilando entre templado y caluroso, la temperatura oscila entre los 4° y los 21°C y las estaciones se dividen en invierno y verano, siendo más lluviosa la siguiente. Todos estos factores hacen de todo el valle que rodea a Urubamba una ciudad muy fértil y un centro turístico cada vez más codiciado.

En los resultados de investigación obtenidos, se investigó por primera vez el efecto de la adición de cal hidráulica natural y cenizas de tallo de cebada puzolánica sobre la  $f'c$  del hormigón.

**Tabla 30:** *Resultados de compresión axial ( $f'c$ )*

Dosificación	$f'c$ obtenido	Desviación estándar $S_s$	$f'c$ corregido $kg/cm^2$
P	211.74	5.666	206.074
D - 1	216.18		210.514
D - 2	220.85		215.184
D - 3	227.02		221.354

Fuente: Elaboración propia

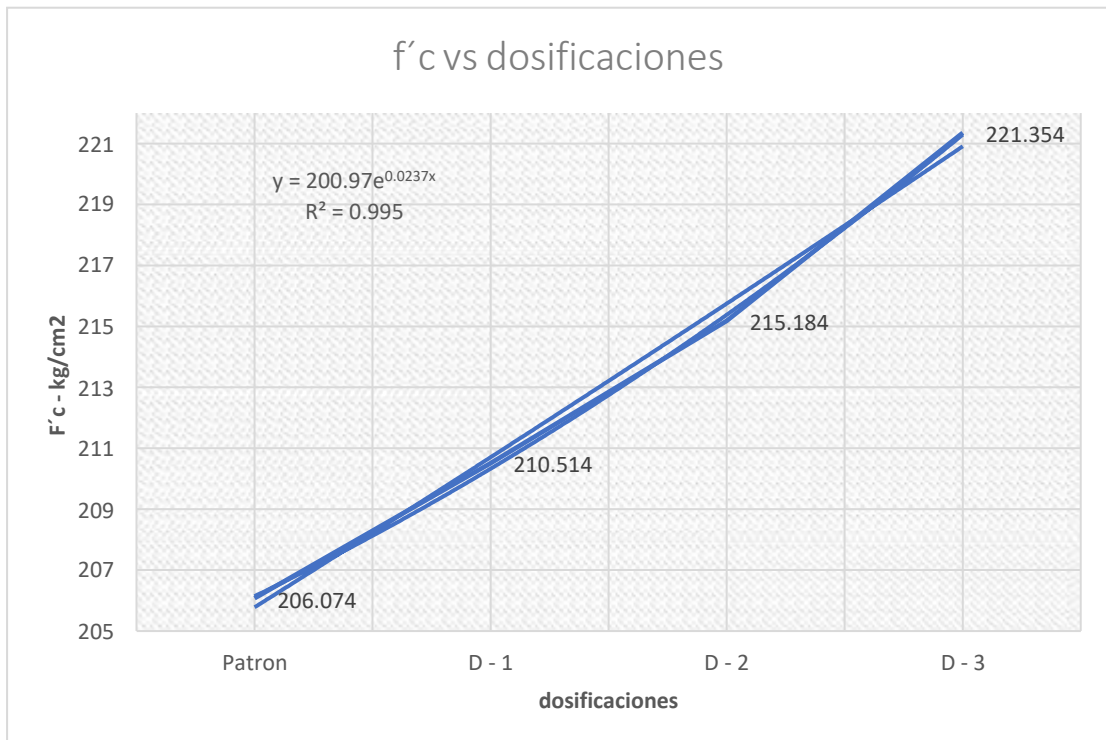


Figura 15: Relación de f'c y %s de dosificación

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 30 y la Figura 15, la resistencia a la compresión en gránulos de concreto modificados hechos de tallos de cebada de cal y ceniza probados después de 28 días en D - 3 fue de 221.35 kg/cm<sup>2</sup> - 5,67 kg/cm<sup>2</sup> (rango variable) excede el diseño fuerza mínima según E060.

En segundo lugar, se investigó el efecto de la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolana de tallos de cebada sobre la resistencia a la flexión del hormigón.

Tabla 31: Resultados de flexión

Dosificación	R.flexion obtenido	Desviación estándar Ss	R. flexión corregido kg/cm <sup>2</sup>
P	31.43	1.507	29.92
D - 1	32.99		31.48
D - 2	34.00		32.49
D - 3	35.57		34.06

Fuente: Elaboración propia

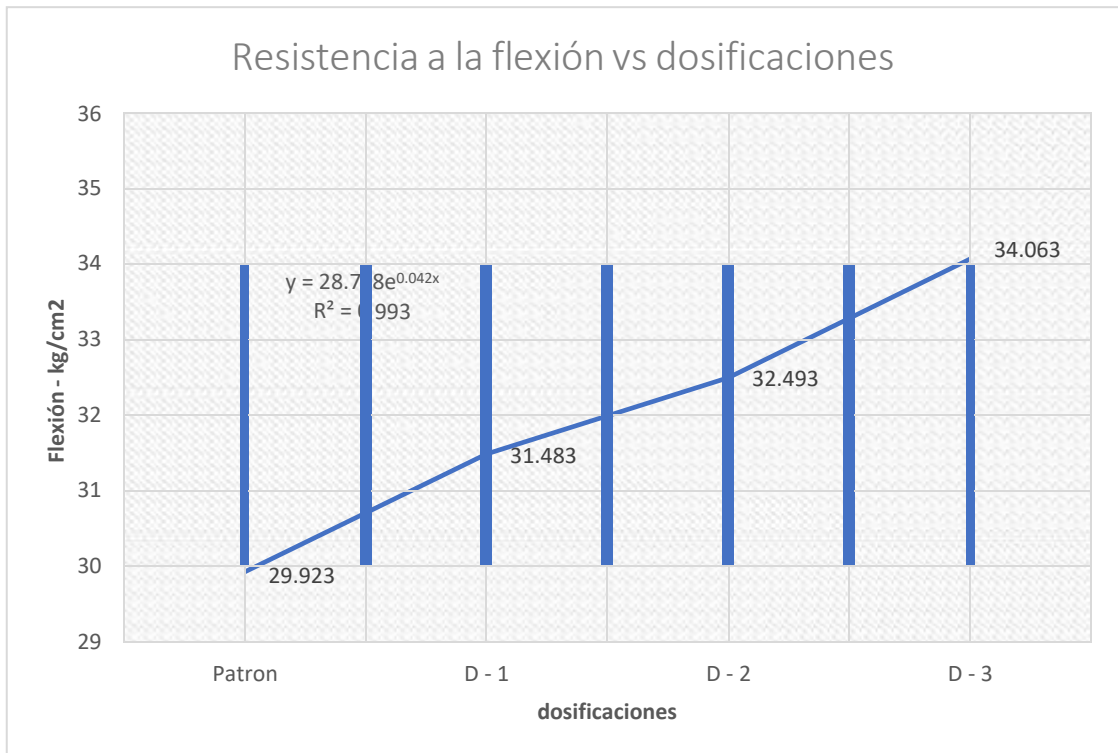


Figura 16: Relación de flexión vs %s de dosificación

Fuente: Elaboración propia

Como interpretación en la tabla 31 y figura 16, la flexión en las viguetas de hormigón modificado, asentados con ceniza de tallo de cebada, ensayados a los 28 días en la D – 3 es de 34.06 kg/cm<sup>2</sup> +- 1.51 kg/cm<sup>2</sup> (rango de variación), superando la fuerza mínima de 25 kg/cm<sup>2</sup> según norma E060 – ASTM C-78.

En tercer lugar, se investigó el efecto de la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallos de cebada sobre la trabajabilidad del hormigón.

Tabla 32: Resultados de trabajabilidad

Dosificación	Slump obtenido	Desviación estándar Ss	Slump Corregido = Slump – Ss
P	3.2	0.415	2.8
D - 1	2.5		2.1
D - 2	2.3		1.9
D - 3	2.1		1.7

Fuente: Elaboración propia

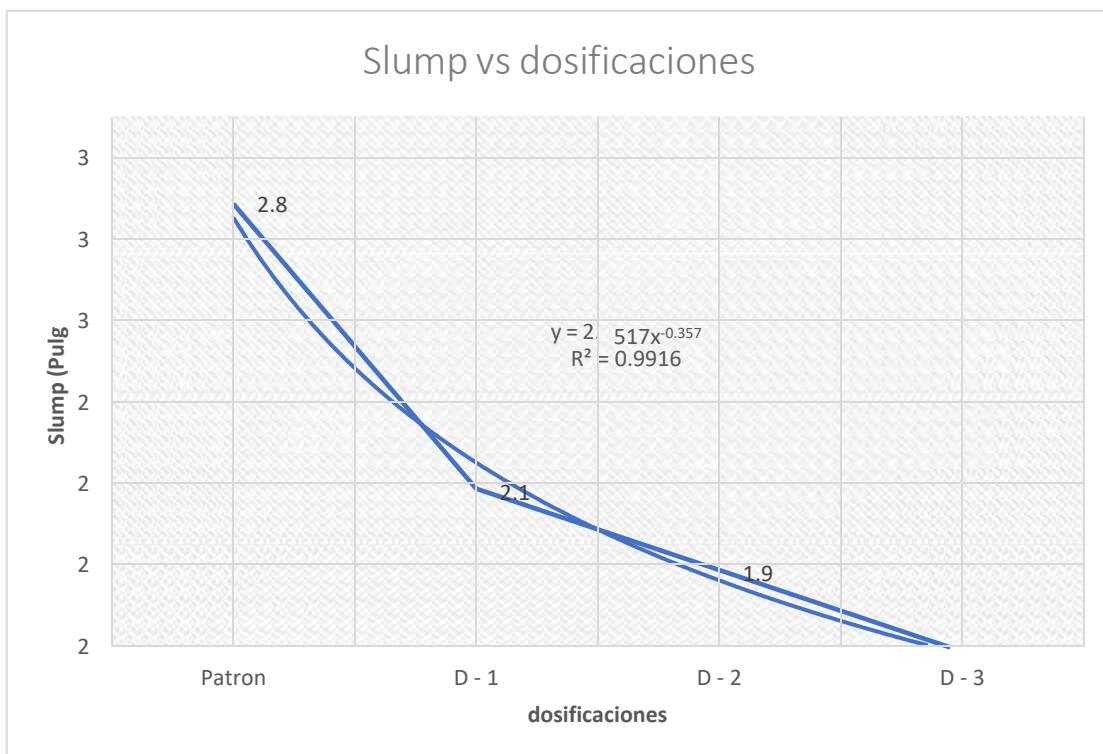


Figura 17: Relación de trabajabilidad vs %s de dosificación

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 32 y la Figura 17, la trabajabilidad del concreto modificado ensayado durante la preparación del D-3 fue de 1.7 pulgadas, variando de 2 a 4 pulgadas según norma E060 - ASTM C143.

En cuarto lugar, se investigó el efecto de la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolana de tallos de cebada sobre el contenido de aire del hormigón.

Tabla 33: Resultados de contenido de aire

Dosificación	C.A. obtenido	Desviación estándar Ss	C.A. corregido = C.A. - Ss kg/cm <sup>2</sup>
P	2.4	0.224	2.2
D - 1	2.2		2.0
D - 2	2.0		1.8
D - 3	1.8		1.6

Fuente: Elaboración propia

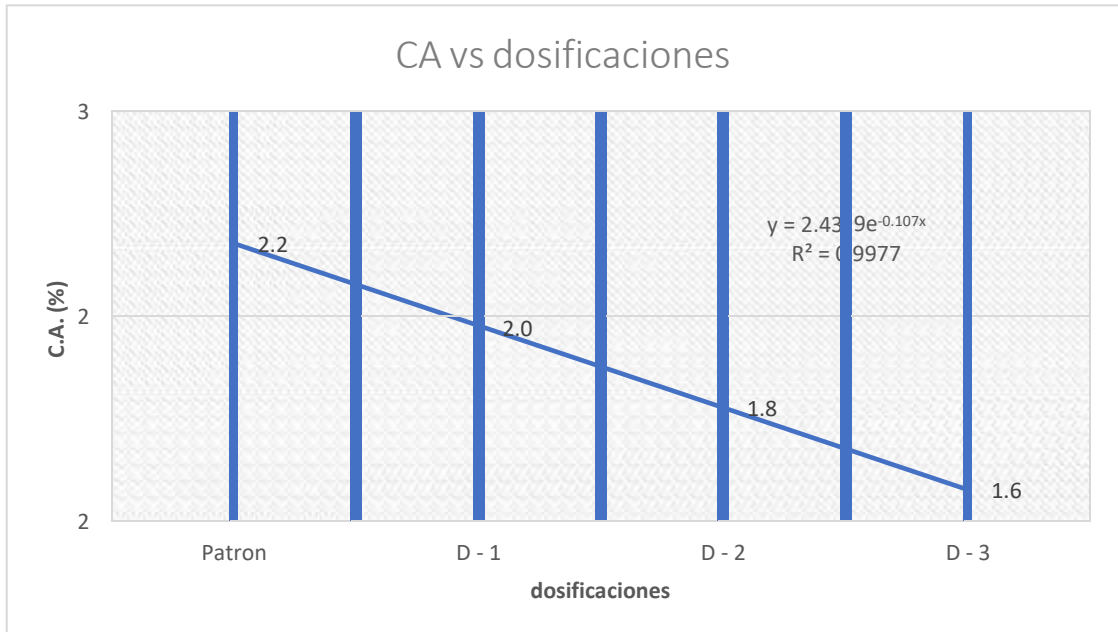


Figura 18: Relación de contenido de aire vs %s de dosificación

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 33 y Figura 18, el contenido de aire del concreto modificado ensayado durante la preparación de la mezcla D-3 es de 1.6%, el cual va de 1% a 3% según E060 - ASTM C. 231.

Quinto, se investigó el efecto de la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolana de tallos de cebada sobre el costo de construcción del hormigón.

Tabla 34: Resultados de costo beneficio

Dosificación	Briquetas		Viguetas	
	Costo por und	% de variación	Costo por und	% de variación
Patrón	S/ 27.66	0.00%	S/ 72.84	0.00%
D - 1	S/ 27.83	0.61%	S/ 73.18	0.47%
D - 2	S/ 28.03	1.31%	S/ 73.56	1.00%
D - 3	S/ 28.24	2.09%	S/ 74.00	1.60%

Fuente: Elaboración propia

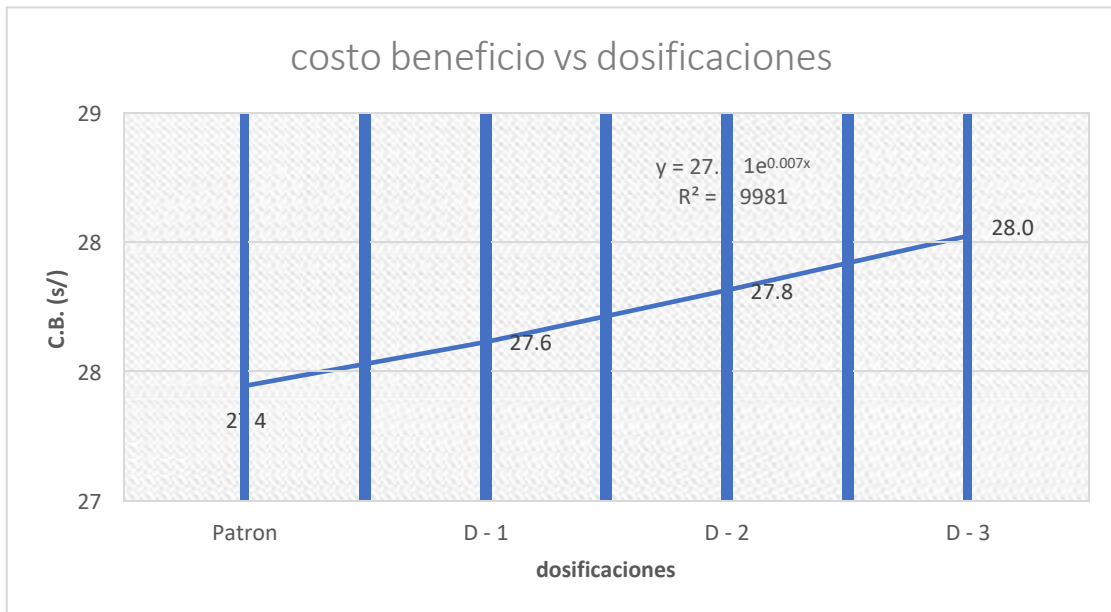


Figura 19: Relación de costo beneficio vs %s de dosificación

Fuente: Elaboración propia

Como interpretación en la tabla 34 y figura 19, se observa los incrementos son moderados para la elaboración por unidad de ensayos, en el caso de briquetas sube hasta un 2.09% del costo total de la briqueta patrón; y para viguetas sube 1.60% del costo total de la vigueta patrón.

En el contraste se hipótesis para la investigación, primero se realizó un análisis correlacional. Cuya interpretación en la tabla 35, la correlación de la V1 y V2, se obtuvo un 0.937, verificando un alto grado de significación según la prueba de correlación de Pearson.

Tabla 35: Análisis correlacional según Pearson entre V1 y V2

Resultados		V1	V2
V1	Correlación de Pearson	1	,937**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	108	100
V2	Correlación de Pearson	,937**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	108	100

Fuente: Elaboración propia



Como contraste de hipótesis de la paramétrica, teniendo al proceder se realizó una estadística inferencial. Como se aprecia en la tabla 36; según la prueba de Kolmogorov – Smirnov se obtuvo valores  $p=0.114$  para la variable 1 y  $p=0.138$  para la variable 2, demostrando ser paramétricas, teniendo una distribución normal donde aceptamos la  $H_a$ : Los datos tienen una distribución normal y rechazando la  $H_0$ : Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 36:** Prueba de normalidad (V1 y V2)

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
V1	,114	108	,082	,925	108	,003
V2	,138	53	,014	,910	108	,001

Fuente: Elaboración propia

En el contraste de hipótesis 01, teniendo una  $H_0$ : La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en la resistencia a la compresión axial del hormigón, y una  $H_a$ : La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada no influye en la resistencia a la compresión axial del hormigón, se aprecia en la tabla 37, en la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D111, observamos el coef. de corr. de Pearson de 0,778 y un nivel de sig. 0,000.

**Tabla 37:** Correlación entre la V1D1 y V2D111

Resultados			V1D1	V2D111
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,	1,000	,778**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	36	36
	V2D111	Coef. de corr,	,778**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	36	36

Fuente: Elaboración propia

En el contraste de hipótesis 02, con una  $H_0$ : La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en la resistencia a la flexión del hormigón, y una  $H_a$ : La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de

tallo de cebada no influye en la resistencia a la flexión del hormigón, se aprecia en la tabla 38, en la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D1I2, observamos el coef. de corr. de Pearson de 0,907 y un nivel de sig. 0,000.

**Tabla 38:** *Correlación entre la V1D1 y V2D1I2*

		Resultados		V1D1	V2D1I2
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,		1,000	,907**
		Sig. (bilateral)		.	,000
		N		36	36
	V2D1I2	Coef. de corr,		,907**	1,000
		Sig. (bilateral)		,000	.
		N		36	36

Fuente: Elaboración propia

En el contraste de hipótesis 03, teniendo una Ho: La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en la trabajabilidad del hormigón, y una Ha: La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada no influye en la trabajabilidad del hormigón, se aprecia en la tabla 39, en la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D2I1, observaremos el coef. de corr. de Pearson de 0,920 y un nivel de sig. 0,000.

**Tabla 39:** *Correlación entre la V1D1 y V2D2I1*

		Resultados		V1D1	V2D2I1
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,		1,000	,920**
		Sig. (bilateral)		.	,000
		N		12	12
	V2D2I1	Coef. de corr,		,920**	1,000
		Sig. (bilateral)		,000	.
		N		12	12

Fuente: Elaboración propia

En el contraste de hipótesis 04, se tiene una Ho: La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en el contenido de aire del hormigón, y una Ha: La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada no influye en el contenido de aire del hormigón, se aprecia

en la tabla 40, en la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D2I2, observaremos el coeficiente de correlación de Pearson de 0,788 y un nivel de sig. 0,000.

**Tabla 40:** *Correlación entre la V1D1 y V2*

Resultados			V1D1	V2D2I2
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,	1,000	,788**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	12	12
	V2D2I2	Coef. de corr,	,788**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	12	12

Fuente: Elaboración propia

En el contraste de hipótesis 05, se tiene una Ho: La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada optimiza los costos de aplicación del hormigón, y la Ha: La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada no optimiza los costos de aplicación del hormigón, se aprecia en la tabla 40, en la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D3I1, observaremos el coef. de corr. de Pearson de 0,935 y un nivel de sig. 0,000.

**Tabla 41:** *Correlación entre la V1D1 y V2D3I1*

Resultados			V1D1	V2D3I1
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,	1,000	,935**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	8	8
	V2D2I1	Coef. de corr,	,935**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	8	8

Fuente: Elaboración propia

En el contraste de la hipótesis general, en la tabla 42, se tiene una Ho: La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, y una Ha: La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada no influye en las

propiedades físicas y mecánicas del hormigón, se aprecia el coeficiente de correlación entre la V1 y V2 fue de 0,943.

**Tabla 42:** *Correlación entre la V1 y V2*

Resultados			V1	V2
Rho de Spearman	V1	Coef. de corr,	1,000	,943**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	108	108
	V2	Coef. de corr,	,943**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	108	108

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

En la discusión 01 con respecto a la compactación en gránulos de concreto modificado, los tallos de ceniza de cebada probados el día 28 en D-3 fueron 221,35 kg/cm<sup>2</sup>, excede el valor mínimo de diseño. Al respecto, CAIZA (2017), concluye que la sustitución del cemento por 7%, 11% y 15% de microsilíce funciona bien, mejorando la resistencia de 240 kg/cm<sup>2</sup> en 80%, puede ver que el objetivo 1 del estudio se ha logrado.

En la discusión 02, para la resistencia a la flexión de vigas de hormigón modificado depositadas sobre cenizas de tallos de cebada ensayadas después de 28 días en D-3, fue de 34,06 kg/cm<sup>2</sup>. En este aspecto es inferior a GARCIA y QUITO (2021), especialmente al reemplazar 2.5% CC en prueba f'c se mejora la dosificación, en prueba de arrastre se confirma reducción de potencia y trabajabilidad, se debe utilizar 2.5% CC para mejorar la mezcla. Supera la fuerza mínima de 12,00 kg/cm<sup>2</sup> según ASTM C 496-96, pudiendo verse que el objetivo 2 del estudio se ha logrado.

En la discusión 03 la trabajabilidad del concreto modificado ensayado durante la preparación d-3 es de 1.7 pulgadas, que va de 2 a 4 pulgadas según E060 - ASTM C 143. En este caso, menos de HUAQUISTO & BELIZARIO (2018) concluyeron que menos de 10 % CV debe utilizarse como sustituto del cemento, lo que también reduce la trabajabilidad del hormigón, interfiriendo en el control de calidad. El rango de 2" a 4" cumple con ASTM C 143, pudiendo verse que el objetivo 3 del estudio se ha logrado.

En la discusión 04, se menciona que el contenido de aire en el concreto modificado ensayado en la mezcla D-3, es de 1.6%, en la norma de 1% a 3%. E060 es ASTM C 231. En este caso, menos GARCIA & QUITO (2021) estipula que al reemplazar 2.5% de ceniza de carbón en una prueba de contenido de aire, se recomienda 2.5% para mejores resultados. Va del 1% al 3% según ASTM C 231, pudiendo verse que el objetivo 4 del estudio se ha logrado.

En la discusión 05, referido a los incrementos son moderados para la elaboración por unidad de ensayos, en el caso de briquetas sube hasta un

2.09% del costo total de la briqueta patrón; y para viguetas sube 1.60% del costo total de la vigueta patrón. No se pudo realizar un análisis de costos porque no se realizaron procesos ascendentes.

En la discusión 06, Según las características del hormigón modificado con ceniza caliza y tallos de cebada fechados 28 D-3, la resistencia a la compresión es de 221,35 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la flexión es de 34,06 kg/cm<sup>2</sup> y la capacidad de carga es de 1,7. pulgada, el contenido de aire es del 1,6% y la relación costo-efectividad de la pastilla de salvado es del 2,09% del costo total de la pastilla estándar; y para vigas, 1,60% del costo total de las vigas estándar. Así, CAIZA (2017), citado en el contexto nacional, afirma que reemplazar el cemento por 7%, 11% y 15% de microsílíce funciona bien, superando el objetivo de resistencia de 80% en 240kg/cm<sup>2</sup>; supera el costo computacional mínimo del estándar E060. Al respecto, GARCIA y QUITO (2021) ceden, es decir, al sustituir 2,5% CC en el ensayo f'c se mejora la dosificación, el ensayo de tracción confirma la reducción de la resistencia y eficiencia de los frutos. es preferible usar 25% CC para mejorar la mezcla. Pasa la resistencia mínima de ASTM C 496-96 12,00 kg/cm<sup>2</sup>. En este sentido, es inferior a HUAQUISTO y BELIZARIO (2018), quienes concluyeron que se debe utilizar CV como sustituto de menos del 10% del cemento, lo que también reduce la trabajabilidad del hormigón. . Por lo tanto, afecta la eficacia del control de calidad. El tamaño varía de 2" a 4" según ASTM C 143. En este sentido, es inferior a GARCIA y QUITO (2021), especialmente al reemplazar el 2,5% de ceniza de carbón en la prueba de contenido de aire, se recomienda más del 2,5% para obtener mejores resultados. Rango de 1% a 3% según ASTM C 231. No se pudo realizar el análisis de costos porque no se siguió el procedimiento anterior. Como se puede apreciar, se logró el objetivo principal del estudio.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con la conclusión 01, se encontró que la resistencia a la compresión de los hormigones modificados depositados sobre ceniza de tallo de cebada, ensayados después de 28 días en D - 3, fue de 221,35 kg/cm<sup>2</sup> - 5,67 kg/cm<sup>2</sup> (rango variable), superando el Mínimo de Diseño Fuerza según E060, teniendo en cuenta  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

En la conclusión 02, se encontró que la deflexión de las vigas de hormigón modificado depositadas sobre ceniza de tallos de cebada ensayadas durante 28 días en D-3 fue de 34,06 kg/cm<sup>2</sup> - 1,51 kg/cm<sup>2</sup> (rango), superan la fuerza mínima 25 kg/cm<sup>2</sup> conforme a E060 - ASTM C-78.

Como conclusión 03, se encontró que la trabajabilidad del concreto modificado ensayado en la preparación de D-3 es de 1.7 in - 0.42 in (rango variable) en un rango de 2" a 4" de acuerdo con la norma E060 - ASTM C143.

De acuerdo a la conclusión 04 se encontró que el contenido de aire en el hormigón modificado ensayado al momento de la preparación de la mezcla D - 3 fue de 1.6% - 0.224% (rango variable), variando del 1% al 3% según E060 - ASTM C estándar 231.

Como conclusión 05, se observó los incrementos son moderados para la elaboración por unidad de ensayos, en el caso de briquetas sube hasta un 2.09% del costo total de la briqueta patrón; y para viguetas sube 1.60% del costo total de la vigueta patrón.

Y de acuerdo con la conclusión 06, las propiedades del hormigón modificado con cal y cenizas de tallos de cebada ensayadas el día 28 de D - 3 encontraron  $f'c$  de 221,35 kg/cm<sup>2</sup> - 5,67 kg/cm<sup>2</sup> (rango) deflexión 34,06 kg/cm<sup>2</sup> - 1,51 kg/cm<sup>2</sup> (rango), trabajabilidad 1,7" - 0,42" (rango), contenido de aire 1,6 % - 0,224 % (rango), y el rendimiento de la briqueta aumenta al 2,09 % del costo total de la galleta estándar; y para vigas, 1,60% del costo total de las vigas estándar.

## VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con la recomendación 01, se debe usar la dosificación de hormigón modificado en D-3 mejora la resistencia a la compresión axial alcanzando una mejor resistencia a los 28 días de edad tratando de usar una mayor dosificación D-3 para encontrar el punto de tendencia de prueba más grande porque a la menor El nivel solo prueba la tendencia de aumentar la compresión axial.

De acuerdo a la recomendación 02, se recomienda usar dosificación de concreto modificado con valor D-3 ya que mejora la resistencia a la flexión, logrando mayor resistencia mejor cuando se analiza a los 28 días de edad, tratar de usar dosificación mayor a D-3 para encontrar el máximo experimental sesgo porque a dosis más bajas sólo se examinó una tendencia a aumentar la resistencia al cizallamiento intermedia.

De acuerdo con la recomendación 03, se recomienda usar dosificación de concreto modificado en D-3 ya que esto reduce la trabajabilidad, lograr cifras más bajas al preparar la mezcla, tratar de usar dosificación mayor D-3 para encontrar la prueba de puntaje de propensión máximo, porque solo cuando se usa menor dosificación sólo hay una tendencia a disminuir el rendimiento.

De acuerdo con la recomendación 04, se recomienda utilizar dosificación de concreto modificado en D-3, ya que reduce el contenido de aire, alcanza cifras más bajas al momento de preparar la mezcla, procurar usar dosificación mayor D-3 para encontrar la máxima tendencia, porque a la dosis más baja que se prueba solo hay una tendencia a la baja en el contenido de aire.

De acuerdo con la recomendación 05, se recomienda usar dosificación de concreto modificado en D-3, ya que esto mejorará las propiedades del concreto, obtendrá mejores datos de prueba, trate de usar una dosificación mayor D-3, ya que aumentará la resistencia con un aumento del 7%. al preparar 1 m<sup>3</sup> de hormigón.

De acuerdo con la recomendación 06, los hormigones modificados deben dosificarse a D-3, han sido modificados hidráulicamente y dejados secar



durante 28 días antes obteniendo mejores propiedades para su uso. Encuentre el punto máximo de la tendencia de la prueba, ya que cuando se usa menos de D - 3 solo prueba la tendencia a aumentar las propiedades del concreto con cal y cenizas del tallo de cebada.

## REFERENCIAS

1. ABANTO, Flavio. 2009. Concreto, definicion. *Tecnología del concreto*. Lima : San Marcos, 2009, págs. 11-13.
2. Agudelo, Angie y Espinosa, Bryan. 2017. *Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de Termopaipa*. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2017.
3. Aguilar, J. y Díaz, Víctor. 2021. *Adición de cal para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  – Moyobamba – San Martín*. Moyobamba : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
4. Ahmaruzzaman. 2010. 2010. pág. 2.
5. American Concrete Institute. 1987. *Guía práctica para el diseño de mezcla de hormigón*. Colombia : Medellín, 1987.
6. ARIAS, Fidias. 2012. *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela : Caracas, 2012.
7. ASTM C618. 2018. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. USA : ASTM INTERNATIONAL, 2018.
8. ATEP-GEHO-FIP-CEB. DEL POZO, Vindel, F.J. 1996. 202, 1996, Hormigón Y Acero, Vol. 47.
9. Baena, Guillermina. 2017. *Metodología de la investigación*. Mexico : Patria, 2017.
10. Baldoceda, Josué y VEGA, Daniel. 2019. *Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante*. Lima : Tesis, 2019.
11. Bedoya, L. y Condori, T. 2021. *Influencia de Ceniza de Rastrojo de Cebada y Fibra de Chillihua en un Concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  2021*". Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
12. Caiza, Klever. 2017. *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN ( $F'c = 240 \text{ KG/CM}^2$ ), HORMIGÓN CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE Y HORMIGÓN CON ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO UTILIZANDO AGREGADOS PERTENECIENTES A LA PLANTA DE TRITURACIÓN "JAIME VACA"*. Ambato - Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2017.
13. Ccana. 2021. 2021.
14. Ccana, E. 2021. *Influencia de la ceniza de madera del capulí sobre las propiedades físico mecánicas para un diseño de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Cusco 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

15. *Cement Review*. ICR. 2017. 2017.
16. *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto*. Farfán, Marlon y Pastor, Hary. 2018. 3, Lima : UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura, 2018, Vol. 7. id=521758012002.
17. *Comparación de la adición de cenizas decascarilla de arroz y cenizas de tejas a cementode geopolímero en base a cenizas volantes concemento Portland*. Nurtanto, D., y otros. 2020. 3, Jember : Universitas Jember, 2020, Vol. 35. ISSN 0718-5073.
18. *Concrete with rice husk ash and construction and demolition wastes*. Da Silva, Larissa, y otros. 2019. 4861, Brasil : Res., Soc. Dev. 2019; 8(4):e2684861, 2019, Vol. 8. ISSN 2525-3409.
19. *EFEITOS DA CIMENTAÇÃO NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA E RESISTÊNCIA MECÂNICA DE SISTEMAS DE EMPACOTAMENTO BINÁRIO*. Arruda, L., y otros. 2017. 1, Sao Paulo : Árvore, 2017, Vol. 41.
20. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en*. HERRERA, Sergio y POLO, Melvin. 2017. Arequipa : s.n., 2017, Tesis de grado.
21. Garcia, Alcira y Quito, Lorena. 2021. *Influencia de la ceniza de carbón vegetal en las propiedades del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el barrio centenario, Huaraz, Ancash – 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
22. Gómez, J. 2016. *Tecnología del concreto en la modernidad*. Lima : Universidad Tecnológica Indoamericana, 2016. ISSN 1390 - 9592.
23. HERNANDEZ-SAMPIERI, R y MENDOZA, C. 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2018.
24. INEI. 2020. *Poblacion distrital del Perú*. Lima : Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020.
25. *Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete*. Do Couto, Álison, y otros. 2018. 2018, Medellin : DYNA, 2018, Vol. 86, págs. 264-270. ISSN 0012-7353.
26. Macedo, R. y Pineda, S. 2021. *Influencia de ceniza de Eucalyptus Globulus y cáscara de huevo en la resistencia a Flexión del Concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  Huaraz, 2021*. Huaraz : Univesidad Cesar Vallejo, 2021.
27. McCORMAC, Jack C. y BROWN, Russell H. 2011. *Diseño de Concreto Reforzado*. Mexico DF : Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V, 2011. pág. 724.
28. Morales, M. y Corimanya, J. 2020. *Influencia de las cenizas de afrecho de cebada y trastrojo de maíz en las propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Apurimac 2020*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

29. Neyra, Carlo. 2021. *Evaluación del concreto simple con aplicación de ceniza de fibra de coco para elevar la resistencia a compresión – Tarapoto 2021*. Tarapoto : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
30. NTP 339.034. 2008. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas CONCRETE*. Lima : INDECOPI, 2008.
31. NTP 339.079. 2012. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo*. Lima : INDECOPI, 2012.
32. NTP 339.183. 2013. *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. Lima : INDECOPI, 2013.
33. NTP 339.185. 2013. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima : INDECOPI, 2013.
34. NTP 400.012. 2001. *Análisis granulométrico del agregado fino y grueso*. Lima : INDECOPI, 2001.
35. NTP 400.017. 2011. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad*. Lima : INDECOPI, 2011.
36. NTP 400.021. 2018. *Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa y absorción del agregado grueso*. Lima : INDECOPI, 2018.
37. NTP 400.022. 2013. *Método de ensayo normalizado para la densidad, peso específico, y absorción del agregado fino*. Lima : INDECOPI, 2013.
38. NTP 400.037. 2018. *Requisitos para agregado*. Lima : INDECOPI, 2018.
39. Ortiz, Javier, Rojas, Andrés y Triana, Juan. 2021. *Comportamiento del mortero y el concreto hidráulicos con adición de ceniza de cascarilla de café*. Ibagué : Universidad Cooperativa de Colombia, 2021.
40. Palacios, L. 2021. *Evaluación de resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de ceniza de coronta y nuez, Vilcashuamán, Ayacucho 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
41. Pineda, Macedo -. 2021. 2021.
42. *Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas*. CABALLERO, Karen. 2017. 1, 2017, Vol. 8, págs. 18-23.
43. Salas, y otros. 2013. *Propiedades de ingeniería de concretos adicionados con cenizas de cascarilla de arroz y metacaolín colombianos*. Colombia : Universidad del Valle , 2013. ISSN: 0123-3033.
44. TORIBIO, Deivid y UGAZ, Junior. 2021. *Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido*. Universidad San Martín de Porres. Lima : Tesis, 2021.

45. *Ultra-high-performance concrete with local high unburned carbon fly ash.* Abellán, Joaquin, y otros. 2021. 216, Colombia : DYNA, 2021, Vol. 88. ISSN: 0012-7353 / ISSN: 2346-2183.
46. *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento.* HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, German. 2018. 2, Puno : s.n., 2018, Revista de Investigaciones Altoandinas, Vol. 20, pág. 228.
47. *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento.* Huaquisto, Samuel y Belizario, Germán. 2018. 2, Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018, Vol. 20. ISSN 2313-2957.
48. Vargas, Katya. 2021. *Adición de ceniza de Quinual para mejorar la resistencia del concreto – Yanacancha, Cerro de Pasco – 2021.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
49. VÁSQUEZ, Julio. 2018. *Incremento de la resistencia flexional del concreto mediante la aplicación de fibras de acero de neumáticos reciclados en la ciudad de Lima 2018.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : Tesis, 2018.

<b>Referencias</b>	<b>Total</b>	<b>49</b>
<b>Artículos científicos</b>	70%	34
<b>Tesis</b>	30%	15
<b>Ingles</b>	40%	20

## **ANEXOS**

### **ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

### **ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

### **ANEXO 03: FICHA TECNICA DE CENIZAS**

### **ANEXO 04: FICHA TÉCNICA (VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO – RECOLECCIÓN DE DATOS)**

### **ANEXO 05: RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO**

#### **Anexo 05.01: Diseño de mezclas**

#### **Anexo 05.02: Ensayo de trabajabilidad**

#### **Anexo 05.03: Ensayo de contenido de aire**

#### **Anexo 05.04: Ensayo de resistencia a la compresión**

#### **Anexo 05.05: Ensayo de resistencia a la flexión**

### **ANEXO 06: CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS**

### **ANEXO 07: FOTOS COMPLEMENTARIAS**

#### **Anexo 07.01: Diseño de mezclas**

#### **Anexo 07.02: Ensayo de trabajabilidad**

#### **Anexo 07.03: Ensayo de contenido de aire**

#### **Anexo 07.04: Ensayo de resistencia a la compresión**

#### **Anexo 07.05: Ensayo de resistencia a la flexión**

### **ANEXO 08: FOTOCAPTURA DEL % DE SIMILITUD EN TURNITIN**

## ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala de medición
ADICIÓN DE CAL Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA (V. INDEPENDIENTE 1)	Norma E060 (2011). Estas cenizas se obtienen mediante procedimientos industriales y artesanales, al comenzar los procesos con la arena de sílice, que al exponerlo a grandes temperaturas, la cual se forma una masa plástica, el cual al ser procesado con las maquinas se van formando filamentos alargados, las cuales serán cortados a una dimensión solicitada. ASTM C- 1116, 2007	Las dosificaciones de la cal serán al 4% constante según Aguilar, y otros, 2021, y lo que variara será la ceniza de talo de cebada según Bedoya, y otros, 2021, dando como dosificaciones posibles de ceniza de eucalipto al 4%, 5% y 6%, respecto al peso del material, empleándose para las 04 muestras o combinaciones siguientes, con el objetivo de mejorar la resistencia a la compresión, incrementar la flexotracción, aumentando la trabajabilidad y disminuyendo el contenido de aire.	Dosificación 4% Cal + 4% Ceniza de tallo de cebada Dosificación 4% Cal + 5% Ceniza de tallo de cebada Dosificación 4% Cal + 6% Ceniza de tallo de cebada	Cantidad	Balanza Calibrada
			Tamaño de la partícula	diámetro de la partícula	
			Peso especifico	diámetro de la partícula	
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO 210 KG/CM2 (V. DEPENDIENTE)	MAXI Y MAMANI (2021) El concreto debido a sus estados, se puede encontrar en estado fresco y en estado endurecido, y cada estado del concreto cuenta con propiedades las cuales son determinadas por ensayos que buscan caracterizar el concreto. Una de las propiedades a las que mayormente se hace más referencia es a la resistencia a la compresión, por ser una prueba de mayor facilidad y disponibilidad de evaluarse, pero existen otras propiedades que son también de importantes de estudiar con el fin de mejorar y adecuar la calidad del concreto a las exigencias de obra ya que requieren de varios procesos constructivos que son influenciados por problemas relacionados al concreto y que afectan a sus propiedades	En el concreto como tal, se ensayaron la cal y ceniza de tallo de cebada, las cuales influyeron en las propiedades físicas y mecánicas que resaltaron su calidad. En esta investigación se realizaron ensayos de resistencia a la compresión para las 04 combinaciones pre establecidas, mejorando la consistencia, la disminución del contenido de aire, aumentando la resistencia a la compresión, e incrementando la flexotracción para todos estos casos se medirán su calidad mediante ensayos de laboratorio, finalmente los resultados obtenidos serán procesados en formatos y fichas técnicas bajo la NTP Y ASTM.	PROPIEDADES MECANICAS (kg/cm2)	Resistencia a la Compresión ASTM C-109	kg/cm2
				Resistencia a la flexión ASTM C-293	kg/cm2
			PROPIEDADES FISICAS (kg/cm2)	Consistencia (SLUMP) ASTM C-143	Pulgadas
				Contenido de aire ASTM C-231	Porcentaje
			COSTO DE APLICACIÓN	ACU CAPECO	Soles

## ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN			U. MEDIDA	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensión	Indicador			
¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en las propiedades físicas - mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> ?	Demostrar los efectos de la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	<b>Independiente:</b> Adición de cal y ceniza de tallo de cebada	Dosificación 4% Cal + 4% Ceniza de tallo de cebada	Cantidad	% Másico	Curva de Capacidad Normativa Técnica (NTP 400.019, MTC, 2016 - Manual de ensayos) Procedimientos Experimentales (ensayos) Instrumentos de medición	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada (Carrasco, 2017).  <b>Nivel de la Investigación:</b> Explicativo (Hernández, et. al. 2014).  <b>Enfoque de la Investigación:</b> Cuantitativo (Hernández, et. al. 2014)  <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental (Hernández, et. al. 2014)  <b>Vidrio:</b> <b>Ensayo de Molienda</b> (Molino de impacto - bolas) <b>Ensayo de granulometría</b> (Tamizado)  <b>Concreto:</b> <b>Ensayo Resistencia a la compresión</b> (especímenes cilíndricos)
				Dosificación 4% Cal + 5% Ceniza de tallo de cebada				
				Dosificación 4% Cal + 6% Ceniza de tallo de cebada				
Peso específico	Diámetro de partícula	mm o pulg						
Tamaño de partícula	Diámetro de partícula	mm o pulg						
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>						
¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la resistencia a la compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> ?	Demostrar los efectos que tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la resistencia a la compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en la resistencia a la compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	<b>Dependiente:</b> Propiedades físicas y mecánicas	Propiedades mecánicas	Axial	Kg/cm <sup>2</sup>		
¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> ?	Demostrar los efectos que tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .			Flexión	Kg/cm <sup>2</sup>		
¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> ?	Demostrar los efectos que tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .		Trabajabilidad	Pulg.			
¿Qué efectos tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> ?	Demostrar los efectos que tiene la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada influye en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .		Contenido de aire	%			
¿Cuál es el efecto de la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en los costos de aplicación del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> ?	Determinar el efecto de la adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada en los costos de aplicación del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	La adición de cal hidráulica natural y ceniza puzolánica de tallo de cebada optimiza los costos de aplicación del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .		Costo de aplicación	Costo Unitario	Soles/m <sup>3</sup>		



# ANEXO 03: FICHA TÉCNICA DE CENIZAS



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

### INFORME DE ANÁLISIS

Nº0083-22-LAQ

SOLICITANTE: HUGO HOLGADO CHUNCA  
DIRECCION : CALLE BELEN Nº494-3  
DISTRITO : CUSCO  
PROVINCIA : CUSCO  
MUESTRA : CENIZA (TALLOS DE CEBADA)  
FECHA : c/20/05/2022

#### RESULTADO ANALISIS QUIMICO:

CaO %	5.72
MgO %	5.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	2.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	6.30
SiO <sub>2</sub> %	62.25

QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA, ARTHUR VOGEL

Cusco, 24 de Mayo 2022



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

*Arthur Vogel*  
Médico Químico  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
DE ANÁLISIS QUÍMICO



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 270842, Celro: 974276248, Movistar: 98890111, RPN: 466896011

Proyecto: EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Ubicación: --CUSCO-CUSCO

Solicitante: BACH: HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

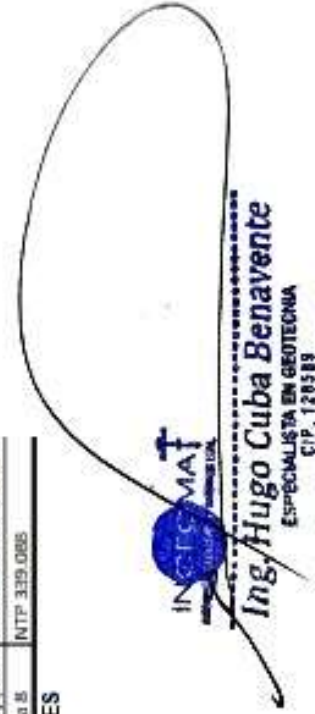
Fecha: JULIO, 2022

Muestra: CENIZA

N° DE ENSAYO	MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	LL	LP	IP	SUKS	P.E
1	CENIZA	0.00 %	28.61 %	71.39 %	18.17 %	13.05 %	3.11 %	ML	1.83
N° DE ENSAYO	MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	LL	LP	IP	SUKS	P.E
1	CENIZA	0.00 %	28.61 %	71.39 %	18.17 %	13.05 %	3.11 %	ML	1.83
SEGUN NORMA									
CUMPLE??			SI	SI	SI	SI	SI		SI

DESCRIPCION	LIMITES PERMISIBLES	REFERENCIA
SULFATO (Ion SO4)	600 ppm	Comite 318-83 ACI
SALES SOLUBLES	15000 ppm	Walsh Perú S.A. 2015
CLORUROS (Ion Cl)	1000 ppm	Walsh Perú S.A. 2015
Ph	5 a 8	NTP 339.088

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES



# ANEXO 04: FICHA TÉCNICA (VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO - RECOLECCIÓN DE DATOS)

## ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Título: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (M4) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUBCC, 2022"

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala de medición	
ADICIÓN DE CAL (M4) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA (V INDEPENDIENTE 1)	Norma EN80 (2011) Estas cenizas se obtienen mediante procedimientos industriales y adecuadas, al comenzar los procesos con la arena de sílice, que al exponer a grandes temperaturas, la cual se forma una masa plástica, el cual al ser procesado con las máquinas se van formando fragmentos alargados, los cuales serán colados a una dimensión solicitada. ASTM C- 1116 - 2007	Las clasificaciones de la cal (M4) será el 4%, conzante según Aguilera y otros, 2021, y/o que varía entre la ceniza de tallo de cebada según Biologys y otros, 2021, siendo como definiciones posibles de ceniza de eschegro al 6%, 7% y 8%, respecto al peso del material, empacándose para las 04 muestras a combinaciones siguientes, con el objetivo de mejorar la resistencia a la compresión, incrementando la fluidez, aumentando la trabajabilidad y disminuyendo el contenido de aire.	Clasificación 4%, Ceniza de tallo de cebada+4% Cal Clasificación 5%, Ceniza de tallo de cebada+5% Cal Clasificación 6%, Ceniza de tallo de cebada +4% Cal	Cantidad		
			Tamaño de la partícula	diámetro de la partícula		
PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS DEL CONCRETO (V DEPENDIENTE 1)	MAZO Y MARAZI (2021) El concreto debido a sus estibos, se puede escapar en estado fresco y en estado endurecido, tales estados del concreto en cuanto con propiedades las cuales son determinadas por ensayos que han caracterizar al concreto. Uno de los parámetros a las que mayormente se hace más referencia es a la resistencia a la compresión, por ser una prueba de mayor fiabilidad y disponibilidad de ensayar, pero con ello se pretende de estudiar también de en promedio de estudiar la calidad del concreto y observar la calidad del concreto en sus exigencias de obra ya que existen en varias pruebas constructivas que son influenciadas por problemas relacionados al concreto y que afectan a sus propiedades		Prueba específica	diámetro de la partícula		
		PROPIEDADES MECÁNICAS (Módulo)	Referencia a la Compresión ASTM C-109		Agm=2	
		PROPIEDADES FÍSICAS (logm?)	Resistencia a la flexión ASTM C-203		Agm=2	
			Consistencia (S <sub>1</sub> (MF) ASTM C-143		Pulgadas	
			Contenido de aire ASTM C-231		Porcentaje	
			ACU GATECO		Series	


  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 Ingeniero en Ciencias  
 CIP: 13494


  
**José Pineda Cortez Vargas**  
 Ingeniero en Ciencias  
 CIP: 13494


  
**Ing. Miguel Cutipa**  
 Ingeniero en Ciencias  
 CIP: 41504

CARTA DE PRESENTACION

ING. AMBROSIO MAMANI CUTIPA

PRESENTE:

ASUNTO: Validación de Instrumentos.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros aludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos La información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con lo cual optaremos el título de Ing. Civil.

El título de nuestro proyecto de investigación es: *"Efectos de la adición de cal (NHL) y ceniza de tallo de cebada en las propiedades físicas-mecánicas del concreto, Cusco, 2022"* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mansión, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educación.

El expediente de validación que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

*Mamani Cutipa*  
*Ambrosio*  
MAMANI CUTIPA

**INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: MARINI CUIRO, AGRICOLA  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CONTINENTAL  
 Especialidad : INGENIERIA CIVIL  
 Instrumento de validación : \_\_\_\_\_  
 Autor del instrumento : HOLGADO CHUNCA, HUGO BELTRAN

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: _____ en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: _____.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				✓	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: _____.				✓	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>47</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

ES CORRECTA PARA SU APLICABLE

Lima, 27 de MAYO del 2022



CARTA DE PRESENTACION

ING. HUGO CUBA BENAVENTE

PRESENTE:

ASUNTO: Validación de Instrumentos.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros aludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos La información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con lo cual optaremos el título de Ing. Civil.

El título de nuestro proyecto de investigación es: *"Efectos de la adición de cal (NHL) y ceniza de tallo de cebada en las propiedades físicas-mecánicas del concreto, Cusco, 2022"* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mansión, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educación.

El expediente de validación que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.



ING. HUGO CUBA BENAVENTE  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

## INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: CUBA BENAVENTE, HUGO  
 Institución donde labora : INGEOMAT  
 Especialidad : GEOTECNIA  
 Instrumento de validación : \_\_\_\_\_  
 Autor del instrumento : HUGO BELTRAN, HOLGADO CHUNCA

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: _____ en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: _____.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: _____.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>45</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

ES CONFORME.

Lima, 25 de MAYO del 2022

  
 HUGO CUBA BENAVENTE  
 INGENIERO EN GEOTECNIA

CARTA DE PRESENTACION

ING. JUAN PEDRO LUCIANO CORTEZ VARGAS

PRESENTE:

ASUNTO: Validación de Instrumentos.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros aludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos La información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con lo cual optaremos el título de Ing. Civil.

El título de nuestro proyecto de investigación es: "*Efectos de la adición de cal (NHL) y ceniza de tallo de cebada en las propiedades físicas-mecánicas del concreto, Cusco, 2022*" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mansión, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educación.

El expediente de validación que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO PROFESIONAL CUSCO  
Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. N° 19984



## INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Cortez Vargas Juan Pedro Wazawa  
 Institución donde labora: Universidad Continental  
 Especialidad: Ingeniería Civil  
 Instrumento de validación: \_\_\_\_\_  
 Autor del instrumento: Holgado Chuca, Hugo Soltero

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: _____ en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: _____.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: _____.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>47</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Procede y Aplica

Lima, 26 de Mayo del 2022

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
 ING. Juan Pedro Cortez Vargas  
 INGENIERO CIVIL  
 N° de CIP N° 109843

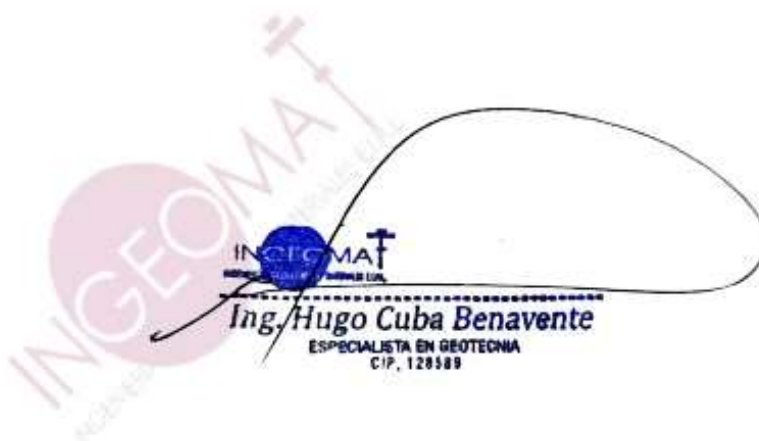
## ANEXO 05: RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

### Anexo 05.01: Diseño de mezclas

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE  
CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL  
CONCRETO, CUSCO, 2022  
REALIZADO POR: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA



# MEMORIA DE CALCULO



Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Cantera: HUAMBUTIO-VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

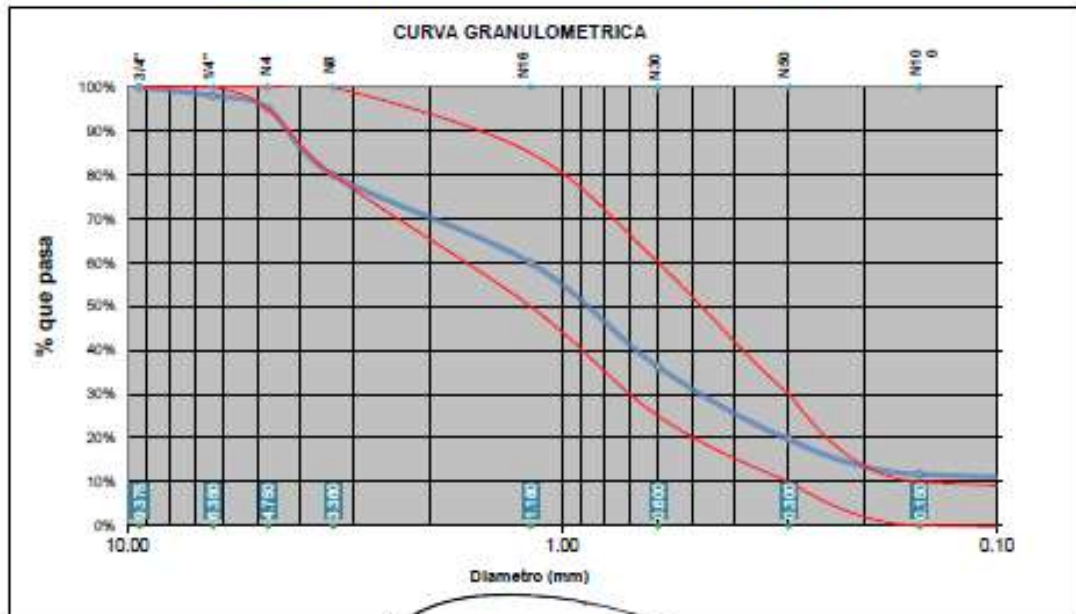
Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO RINO POR TAMIZADO MTC E-107-200

PARAMETROS  
ASTM C 33

Tamiz N°	Diam. (mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
3/8 pulg	9.375	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/4 pulg	6.350	41.91	1.99%	1.99%	98.01%	100.00%	100.00%
N 4	4.750	59.90	2.84%	4.83%	95.17%	100.00%	95.00%
N 8	3.360	320.02	15.19%	20.02%	79.98%	100.00%	80.00%
N 16	1.180	422.63	20.06%	40.08%	59.92%	85.00%	50.00%
N 30	0.600	498.89	23.68%	63.76%	36.24%	60.00%	25.00%
N 50	0.300	348.83	16.56%	80.32%	19.68%	30.00%	10.00%
N 100	0.150	168.70	8.01%	88.32%	11.68%	10.00%	0.00%
bandeja	0.000	246.04	11.68%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		2106.92	100.00%			SERIE "C" (Tyler)	



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1/2, 3/4, 3/8, N\#4, N\#8, N\#16, N\#30, N\#50, N\#100)}{100}$$

$$MF = 2.97 \rightarrow OK_2$$

**INGEOMA**  
INGENIERÍA Y MATERIALES E.I.R.L.  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
C.I.P. 128589

Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NH<sub>4</sub>) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Cartera: HUAMBUTIO-VICHO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

Fecha: MAYO, 2022

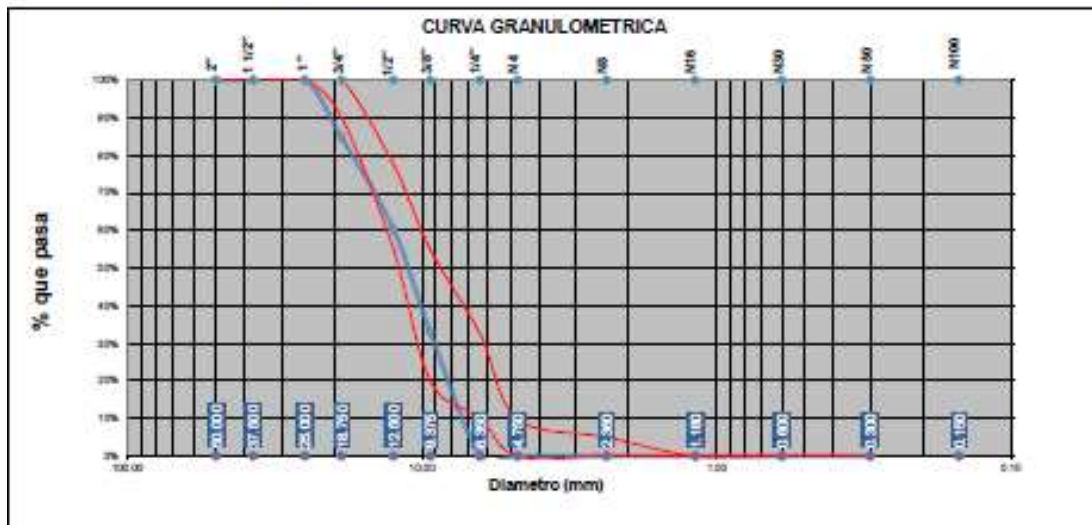
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200**

**PARAMETROS  
ASTM C 33**

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4pulg	18.750	458.32	15.37%	15.37%	84.63%	100.00%	90.00%
1/2pulg	12.500	725.30	24.33%	39.71%	60.29%	77.50%	55.00%
3/8pulg	9.375	815.32	27.35%	67.06%	32.94%	55.00%	20.00%
1/4pulg	6.350	976.41	32.75%	99.81%	0.19%	32.50%	10.00%
Nº4	4.750	3.32	0.11%	99.92%	0.08%	10.00%	0.00%
Nº8	2.360	0.12	0.00%	99.93%	0.07%	5.00%	0.00%
Nº16	1.180	0.16	0.01%	99.93%	0.07%	0.00%	0.00%
Nº30	0.600	0.22	0.01%	99.94%	0.06%	0.00%	0.00%
Nº50	0.300	0.32	0.01%	99.95%	0.05%	0.00%	0.00%
Nº100	0.150	0.65	0.02%	99.97%	0.03%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	0.82	0.03%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		2980.96	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1/4, 3/4, 3/8, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

MF = 6.82

Tamaño Máximo Absoluto= 1 pulg  
 Tamaño Máximo Nominal= 3/4pulg



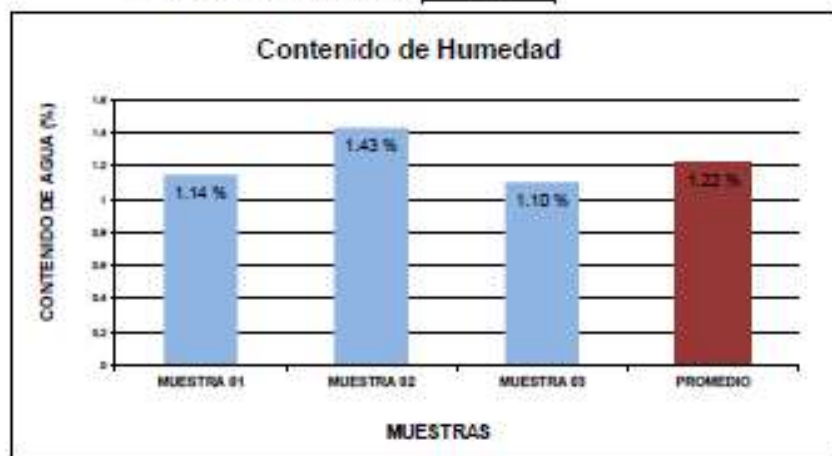
Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NH<sub>3</sub>) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2002

Muestra: HUAMBUTIO-VICHO Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
 Fecha: MAYO, 2002 P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
 Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL FINO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	21.40	23.06	24.43	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	101.00	104.01	110.54	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	100.10	102.87	111.58	
PESO DEL AGUA	0.90	1.14	0%	
PESO DEL SUELO SECO	78.72	79.81	87.15	
CONTENIDO DE AGUA (%)	1.14	1.43	1.10	1.22

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 1.22%



**CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL GRUESO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	25.30	22.46	22.99	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	84.99	108.15	110.89	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	84.45	107.10	110.10	
PESO DEL AGUA	0.54	1.05	0.79	
PESO DEL SUELO SECO	59.13	84.64	87.11	
CONTENIDO DE AGUA (%)	0.91	1.24	0.91	1.02

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 1.02%



Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NH<sub>4</sub>) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Muestra: HUAMBUTIO-VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

**PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL FINO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8187.00 gr	8187.00 gr	8187.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13923.00gr	13928.00gr	13924.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO SUELTO	1663.09 kg/m <sup>3</sup>	1664.54 kg/m <sup>3</sup>	1663.38 kg/m <sup>3</sup>	1663.67 kg/m <sup>3</sup>

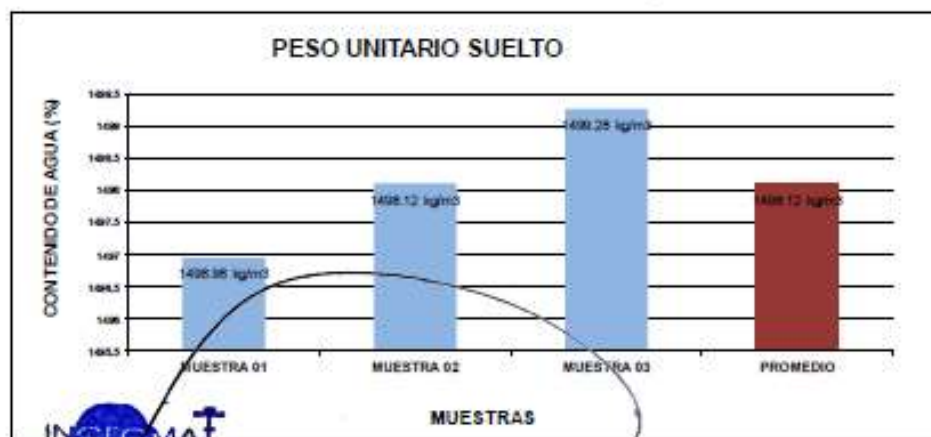
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1663.67 kg/m<sup>3</sup>



**PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL GRUESO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8187.00 gr	8187.00 gr	8187.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13350.00gr	13354.00gr	13358.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO SUELTO	1496.96 kg/m <sup>3</sup>	1498.12 kg/m <sup>3</sup>	1499.28 kg/m <sup>3</sup>	1498.12 kg/m <sup>3</sup>

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1498.12 kg/m<sup>3</sup>



Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NH<sub>3</sub>) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO. CUSCO, 2022

Muestra: HUAMBITO-VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH, HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

PESO UNITARIO SUELTO VARILLADO MATERIAL FINO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8187.00 gr	8187.00 gr	8187.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13995.00gr	13997.00gr	13995.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO SUELTO	1685.13 kg/m <sup>3</sup>	1684.55 kg/m <sup>3</sup>	1683.97 kg/m <sup>3</sup>	1684.55 kg/m <sup>3</sup>

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1684.55 kg/m<sup>3</sup>



PESO UNITARIO SUELTO VARILLADO MATERIAL GRUESO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8187.00 gr	8187.00 gr	8187.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13367.00gr	13379.00gr	13377.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO SUELTO	1507.68 kg/m <sup>3</sup>	1505.36 kg/m <sup>3</sup>	1504.78 kg/m <sup>3</sup>	1505.94 kg/m <sup>3</sup>

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1505.94 kg/m<sup>3</sup>



INGEOMA  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
CIP. 120589

Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Muestra: HUAMBUTO-VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84**

Peso Especifico de masa (P<sub>m</sub>)

W<sub>a</sub>= Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr : 492.99 gr  
V= Volumen de Frasco en cm<sup>3</sup> : 500.00 cm<sup>3</sup>  
V<sub>a</sub>= Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida en el frasco : 306.00 cm<sup>3</sup>

$$P_m = \frac{W_0}{(V - V_a)} = 2.54 \text{ gr/cm}^3 \quad \Delta = \frac{(500 - W_0)}{W_0} \cdot 100 = 1.42\%$$

$$P_m = \frac{500}{(V - V_a)} \cdot 100 = 2.58 \text{ gr/cm}^3 \quad P_{\text{agua}} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} = 2.64 \text{ gr/cm}^3$$

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84**

A= PESO SECO EN EL AIRE : 1695.00 gr  
B= PESO SUPERFICIALMENTE SECO : 1718.00 gr  
C= PESO DE LA MUESTRA EN AGUA : 1041.20 gr

$$\gamma_{\text{ap}} = \frac{A}{B - C} = 2.50$$

$$\gamma_{\text{aparente}} = \frac{A}{A - C} = 2.59$$

$$\gamma_s = \frac{B}{B - C} = 2.54$$

$$\text{Absorcion} = \frac{B - A}{A} = 1.36\%$$





Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Muestra: Fino: HUAMBUTIO  
Grueso: VICHO.

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

### DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI

#### 1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

Fc=	210 kg/cm <sup>2</sup>
SLUMP=	4 pulg
Consistencia=	Plastica
Uso de aditivo	Sin Aditivo
Aire Incorporado	No

#### 2.- Características de los Materiales:

##### 2.1.- Cemento:

Marca:	Yura
Tipo:	IP
Peso Especifico:	2.85

##### 2.2.- Agua:

Agua potable de la red publica de la ciudad

##### 2.3.- Agregado fino:

Peso Especifico de la masa	2.54
Absorción	1.42%
Contenido de Humedad	1.22%
Modulo de Fineza	2.97
Peso Compacto Seco	1684.55 kg/m <sup>3</sup>
Peso Suelto Seco	1663.67 kg/m <sup>3</sup>

##### 2.4.- Agregado Grueso:

Perfil Angular	SI
Tamaño Maximo Nominal	3/4pulg
Peso Compacto Seco	1305.94 kg/m <sup>3</sup>
Peso Suelto Seco	1498.12 kg/m <sup>3</sup>
Peso Especifico de la masa	2.50
Absorción	1.36%
Contenido de Humedad	1.02%
Modulo de Fineza	6.82

#### 3.- Determinación de la resistencia promedio (f<sub>c</sub>)

##### Calculo de la Desviación Estándar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el calculo de la desviación estándar se hará uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3

f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> '
menor de 210	f <sub>c</sub> +70
210 a 330	f <sub>c</sub> +85
mayor a 330	1.1f <sub>c</sub> +50

Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Muestra:

Finca: HUAMBUTIO  
Grueso: VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

$f'_{cm}$	210 kg/cm <sup>2</sup>
-----------	------------------------

Por lo tanto la resistencia promedio será:

$f_{cm}$  255 kg/cm<sup>2</sup>

4.- Cálculo del volumen unitario de agua

$f'_{cm}$	210 kg/cm <sup>2</sup>
$T_{max}$ Nominal	3/4 pulg
SLUMP	4 pulg
AGUA X M <sup>3</sup>	205.00 lt/m <sup>3</sup>

5.- Selección del contenido de aire atrapado

$f'_{cm}$	210 kg/cm <sup>2</sup>
AIRE ATRAPADO	2.00%

6.- Cálculo de la relación Agua : Cemento

$f'_{cm}$	210 kg/cm <sup>2</sup>
A/C	0.56

7.- Factor Cemento

$f'_{cm}$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Factor Cemento	366 kg/m <sup>3</sup>
Factor Cemento	8.61 bolsas

8.- Cálculo del Volumen Absoluto de la pasta

$f'_{cm}$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento x m <sup>3</sup>	0.128 m <sup>3</sup>
AGUA X M <sup>3</sup>	0.205 m <sup>3</sup>
Aire x m <sup>3</sup>	0.020 m <sup>3</sup>
Vol. de la Pasta	0.353 m <sup>3</sup>

9.- Volumen Absoluto del Agregado

$f'_{cm}$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Vol. de los Agreg.	0.647 m <sup>3</sup>

10.- Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado

$f'_{cm}$	210 kg/cm <sup>2</sup>
$m_f$	2.97
$T_{max}$ nominal	3/4 pulg
b/ba	0.620 m <sup>3</sup>
Peso Unit. Seco Var.	1505.94 kg/m <sup>3</sup>
Peso A.G.	933.69 kg
VAG	0.373 m <sup>3</sup>
VAF	0.274 m <sup>3</sup>



  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. 128589

Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Muestra: Fino= HUAMBUTIO  
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

11.- Pesos Secos de los Agregados

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
AF	696 kg/m <sup>3</sup>
AG	934 kg/m <sup>3</sup>

12.- Valores de Diseño

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	366 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	205 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	696 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	934 kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>2200 kg/m<sup>3</sup></b>

13.- Corrección por Humedad del Agregado

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
AF	704 kg/m <sup>3</sup>
AG	943 kg/m <sup>3</sup>

Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorción)

AF	-0.20%
AG	-0.34%

Aporte de Agua de Los agregados

AF	-1.37 kg/m <sup>3</sup>
AG	-3.15 kg/m <sup>3</sup>

Agua Efectiva

Agua Inicial	205.00 kg/m <sup>3</sup>
Aporte de lo Agreg.	-4.52 kg/m <sup>3</sup>
Agua Final	209.52 kg/m <sup>3</sup>

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	366 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	210 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	704 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	943 kg/m <sup>3</sup>
Aire	2.00%
<b>Peso Total</b>	<b>2223 kg/m<sup>3</sup></b>

15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.00
Agua de Diseño	0.57 lt/bolsa
Agregado Fino	1.92
Agregado Grueso	2.58

Proyecto: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

Muestra: Fincas HUAMBUTIO  
Gruesos: VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

16.- Peso por tandas de una bolsa

f'c'	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	42.5 kg/bolsa
Agua de Diseño	24 lt/bolsa
Agregado Fino	81.7 kg/bolsa
Agregado Grueso	109.5 kg/bolsa

17.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada pie<sup>3</sup> de cemento

f'c'	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.00 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>
Agua de Diseño	24 lt/pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	1.7 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	2.4 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>

18.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada m<sup>3</sup> de concreto

f'c'	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	8.61 bt/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	0.210 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.42 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.63 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>

19.- Proporción por peso corregidos por humedad por cada testigo elaborado

f'c'	210 kg/cm <sup>2</sup>
Diámetro	15 cm
Altura	30 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	5301 cm <sup>3</sup>
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0058 m <sup>3</sup>
Cemento	2.348 kg
Agua de Diseño	1.711 kg
Agregado Fino	4.106 kg
Agregado Grueso	5.500 kg
Suma	13.67 kg
Peso por Testigo	13.67 kg

20.- Proporción por peso corregidos por humedad por cada viga elaborada

f'c'	210 kg/cm <sup>2</sup>
Largo	54 cm
Ancho	15 cm
Altura	12 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	9720 cm <sup>3</sup>
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0107 m <sup>3</sup>
Cemento	4.736 kg
Agua de Diseño	3.450 kg
Agregado Fino	7.529 kg
Agregado Grueso	10.085 kg
Suma	25.80 kg
Peso por Testigo	25.80 kg

## Anexo 05.02: Ensayo de trabajabilidad

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

REALIZADO POR:  
BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA



# MEMORIA DE CALCULO



**INGEOMAT** CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

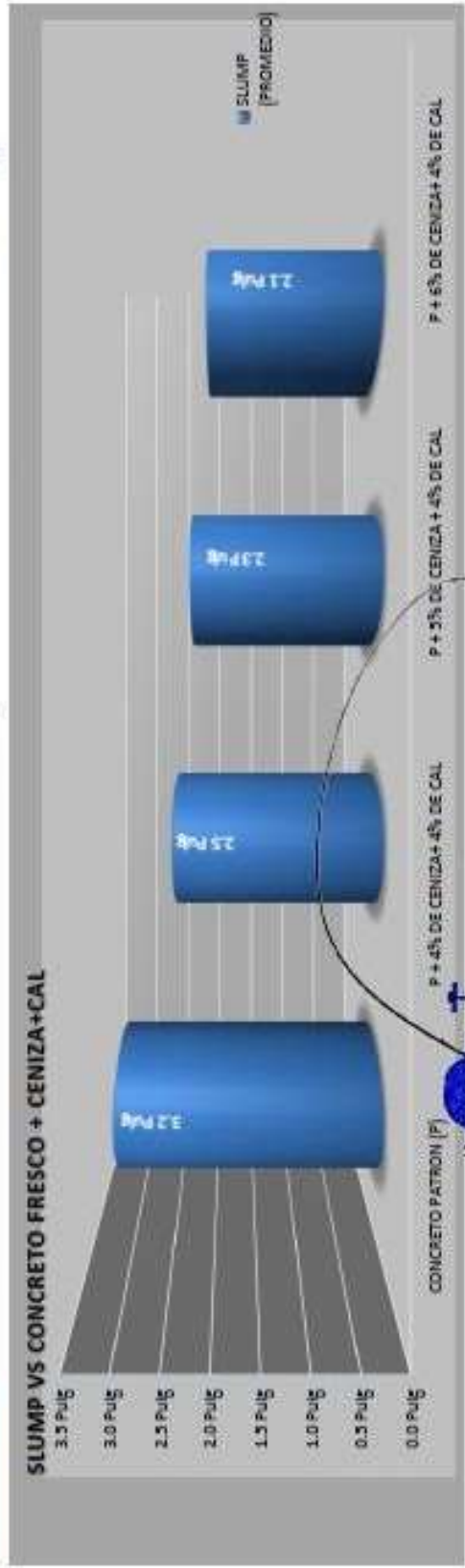
INGENIERIA DE MATERIALES E.I.A.M.L. - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 . Mta. El Eden Lora C-3, San Sebastian - Curico, Tt. 064 - 270302, Cllave: 084-17427248, RIFM: #1181970111, Movil:547266580

**SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705**

SOLICITADO : BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA  
 PROYECTO : EFECTOS DE LA UNIÓN DE CAL (N+L) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022.  
 UBICACIÓN : -CUSCO-CUSCO  
 FECHA : MAYO, 2022  
 MUESTRA : CONCRETO FRESCO  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128585  
 CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP  
 ENDURECIMIENTO: LENTO



Nº de Etiqueta	1	2	3	4
Esbozo o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 4% DE CENIZA + 4% DE CAL	P + 5% DE CENIZA + 4% DE CAL	P + 6% DE CENIZA + 4% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.2 Pulg	2.5 Pulg	2.3 Pulg	2.1 Pulg



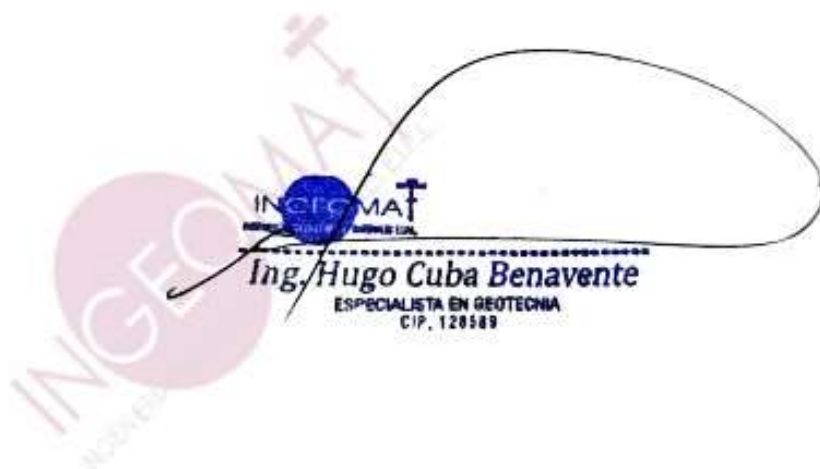
INGEOMAT  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. 121519

## Anexo 05.03: Ensayo de contenido de aire

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y GENIZA DE TALLO DE  
CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL  
CONCRETO, CUSCO, 2022  
REALIZADO POR:  
BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA



# MEMORIA DE CALCULO



### CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION - MTC E706

SOLICITADO : BACH- HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

PROYECTO : EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (NH<sub>4</sub>) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022

UBICACIÓN : -CUSCO-CUSCO

FECHA : MAYO, 2022

MUESTRA : CONCRETO FRESCO

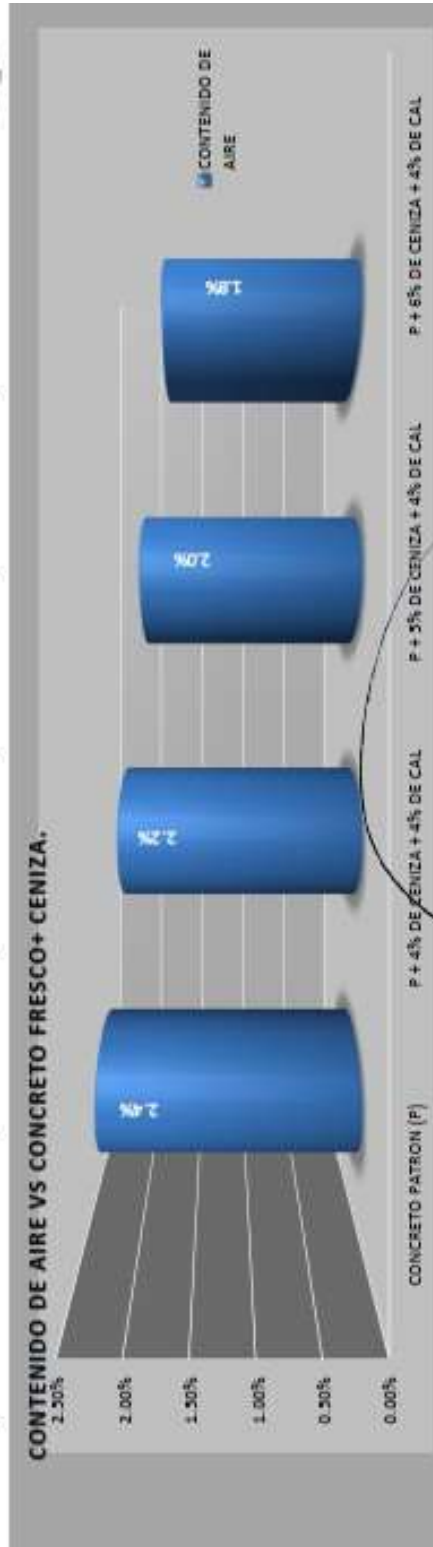
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP

ENDURECIMIENTO: LENTO



Nº de muestra	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 4% DE CENIZA + 4% DE CAL	P + 5% DE CENIZA + 4% DE CAL	P + 6% DE CENIZA + 4% DE CAL
CONTENIDO DE AIRE	2.40%	2.20%	2.00%	1.80%





# Anexo 05.04: Ensayo de resistencia a la compresión



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 - Of. D. Ibarra Soto C-3, San Sebastián - Cusco. Tl: 084-276342. Cel: 984-9427049. RIM: 499190311. Nivel: 14728520

## INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA  
 PROYECTO: EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (H.L.) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO, CUSCO Q, 2022

UBICACION: --CUSCO-CUSCO

FECHA: 09/06/2022

MUESTRA: BRIQUETAS DE CONCRETO

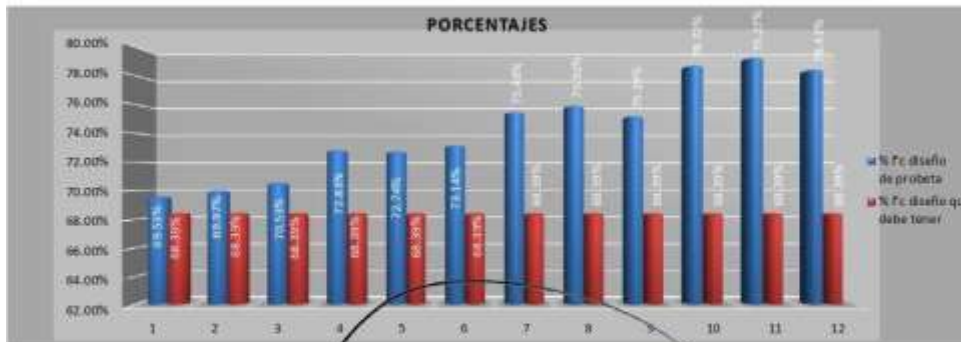
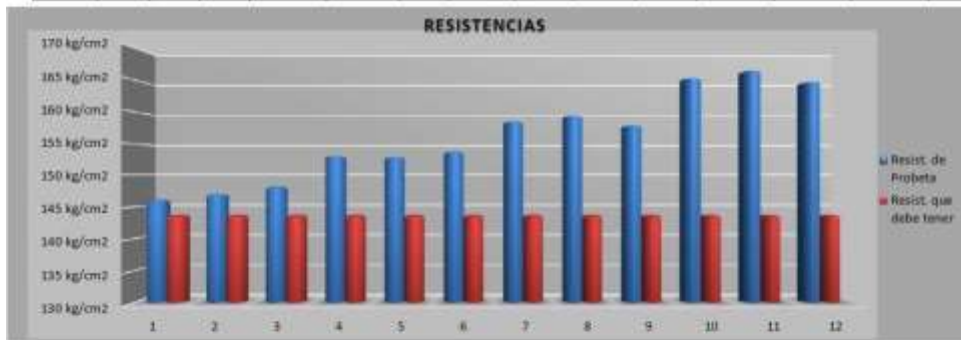
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente C/P: 128589

CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP

ENDURECIMIENTO: LEVISO

EDAD DE ENSAYO: 28 dias

N° de Bodega	N° de Ensayo	DOSIFICACION		Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Diel (Mpa)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F <sub>c</sub> a F <sub>c</sub> diseño que debe tener		cumple?
		CAL	CENIZA	Medio	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. que debe tener (kg/cm <sup>2</sup> )	%	%	
1	1	0%	0%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	14.320	210	146.02	143.61	69.53%	68.39%	SI
2		0%	0%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	14.410	210	148.94	143.61	69.97%	68.39%	SI
3		0%	0%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	14.525	210	148.11	143.61	70.53%	68.39%	SI
4	2	4%	4%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	14.999	210	152.94	143.61	72.83%	68.39%	SI
5		4%	4%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	14.980	210	152.75	143.61	72.74%	68.39%	SI
6		4%	4%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	15.003	210	153.60	143.61	73.14%	68.39%	SI
7	3	4%	5%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	15.345	210	158.01	143.61	75.48%	68.39%	SI
8		4%	5%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	15.438	210	158.44	143.61	75.92%	68.39%	SI
9		4%	5%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	15.489	210	157.90	143.61	75.19%	68.39%	SI
10	4	4%	6%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	16.212	210	165.31	143.61	78.72%	68.39%	SI
11		4%	6%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	16.326	210	166.48	143.61	79.27%	68.39%	SI
12		4%	6%	02/06/2022	09/06/2022	7	Evolucion	16.152	210	164.70	143.61	78.43%	68.39%	SI



**INGEOMAT**  
 S.A.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 C/P. 128589



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 - Mo. B. Benítez C.Z. Ben. Benítez - Cusco. Tl. 054 276362. Cel. 984 1407048. RPN. 4796190311. Nivel 14028020

**INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO**

SOLICITADO : BACH HUGO BELTRAN HOLGADO GUINCA  
 PROYECTO : EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (M/L) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO. CUSCO. 2022

UBICACION : -CUSCO-CUSCO

FECHA : 16/06/2022

MUESTRA : BRIQUETAS DE CONCRETO

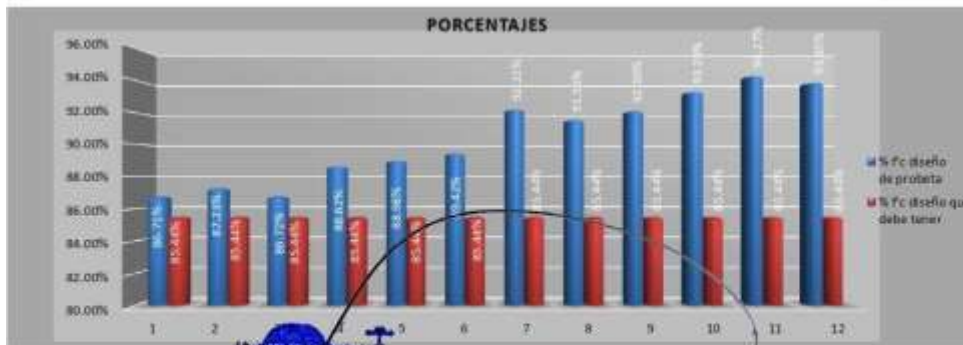
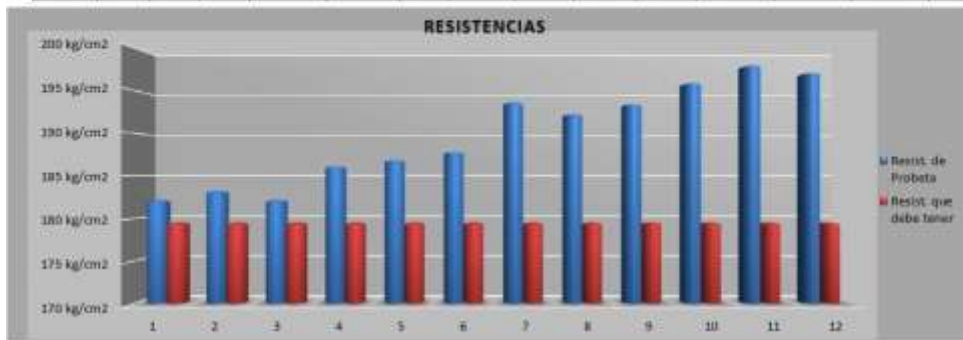
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP. 128589

CEMENTO: Portland/Pastelero Tipo IP

ENDURECIMIENTO: LENTO

EDAD DE ENSAYO: 28 días

N° de Brique	N° de Ensayo	DOSIFICACION		Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dia Mes	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F <sub>c</sub>		COMPROBACION
		CAL	CENIZA	Moldes	Rotura					Resist. de Probeta	Resist. que debe tener	% F <sub>c</sub> diseño de probeta	% F <sub>c</sub> diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	17.858	210	182.10	179.42	86.71%	85.44%	SI
2		0%	0%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	17.865	210	183.19	179.42	87.23%	85.44%	SI
3		0%	0%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	17.860	210	182.12	179.42	86.72%	85.44%	SI
4	2	4%	4%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	18.251	210	188.11	179.42	88.82%	85.44%	SI
5		4%	4%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	18.324	210	186.85	179.42	88.98%	85.44%	SI
6		4%	4%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	18.415	210	187.78	179.42	89.42%	85.44%	SI
7	3	4%	5%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	18.990	210	193.64	179.42	92.21%	85.44%	SI
8		4%	5%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	18.854	210	192.25	179.42	91.59%	85.44%	SI
9		4%	5%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	18.968	210	193.42	179.42	92.19%	85.44%	SI
10	4	4%	6%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	19.212	210	195.90	179.42	93.29%	85.44%	SI
11		4%	6%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	19.415	210	197.87	179.42	94.27%	85.44%	SI
12		4%	6%	02/06/2022	16/06/2022	14	Evolucion	19.328	210	197.09	179.42	93.85%	85.44%	SI



**INGEOMAT**  
 S.R.L.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. 128589

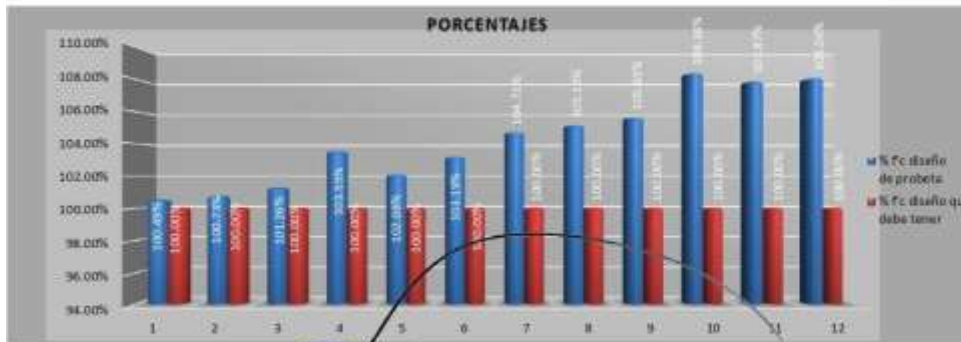
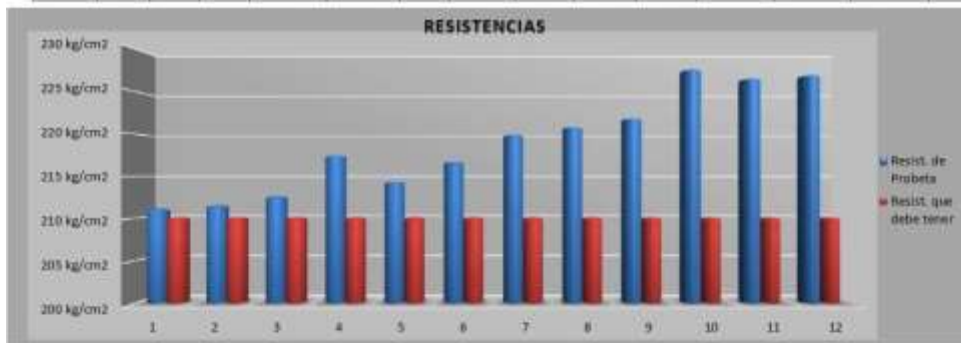


CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 Av. D. Balmori C-2, San Isidro - Ciego de Avila 21632, Ciego de Avila 21632, R.M. 49614011, Nivel 14728020

**INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO**

SOLICITADO: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO GUNICA  
 PROYECTO: EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (M.L) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022  
 UBICACION: CUSCO-CUSCO  
 FECHA: 30/06/2022  
 MUESTRA: BRIQUETAS DE CONCRETO  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP. 128589  
 CEMENTO: Portland Puolano Tipo IP  
 ENDURECIMIENTO: LEITO  
 EDAD DE ENSAYO: 28 dias

Nº de Brique	Nº de Ensayo	DOSIFICACION		Fecha		Edad (dias)	Ensayo o Evolucion	Dia Mes	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F <sub>c</sub>		Comentarios
		CAL	CENIZA	Moldes	Rotura					Resist. de Probeta	Resist. que debe tener	% F <sub>c</sub> diseño de probeta	% F <sub>c</sub> diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	26.895	210	211.03	210.00	100.49%	100.00%	SI
2		0%	0%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	20.745	210	211.54	210.00	100.72%	100.00%	SI
3		0%	0%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	26.854	210	212.65	210.00	101.26%	100.00%	SI
4	2	4%	4%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	21.326	210	217.46	210.00	103.55%	100.00%	SI
5		4%	4%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	21.023	210	214.37	210.00	102.08%	100.00%	SI
6		4%	4%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	21.251	210	218.70	210.00	103.19%	100.00%	SI
7	3	4%	5%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	21.905	210	219.90	210.00	104.71%	100.00%	SI
8		4%	5%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	21.855	210	226.82	210.00	105.15%	100.00%	SI
9		4%	5%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	21.754	210	221.83	210.00	105.63%	100.00%	SI
10	4	4%	6%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	22.320	210	227.60	210.00	108.38%	100.00%	SI
11		4%	6%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	22.215	210	226.55	210.00	107.87%	100.00%	SI
12		4%	6%	02/06/2022	30/06/2022	28	Ensayo	22.254	210	226.92	210.00	108.06%	100.00%	SI



**INGEMAT**  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. 128589

## Anexo 05.05: Ensayo de resistencia a la flexión



### MEMORIA DE CALCULO



INGEOMA  
INGENIERÍA GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.

INGEOMA  
MATERIALES S.R.L.

**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
CIP. 129589

Dirección	Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco - España Av. Prado y Jr. Cuzco - Abascoy	Celular: Entel: 974 279 249, Telf: 217212
E-mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com; / Ingeomat_apurimac@hotmail.com	Búf: 921126988



**SOLICITADO:** BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHIRBA  
**PROYECTO:** EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (HCL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS DEL CONCRETO, QUITO - 2022  
**UBICACION:** Cuzco (Quito)-QUITO-QUITO  
**FECHA:** JULIO 2022  
**MUESTRA:** PRUEBAS DE CONCRETO  
**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP. 128589

**CONCRETO:** Portland Pastosano Tipo IP  
**ENDURECIMIENTO:** LEVANTO

**FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078**

**ESPECIFICACIONES A SEGUIR**      **CANTIDAD**      **DE UNID.**

**OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:**

**CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES**

$$r = \frac{S + b \cdot d^2}{L} = 0.11 \text{ N/mm}$$

- r: Velocidad de carga, N/mm (lb/in)
- S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, N/mm<sup>2</sup> (psi)
- b: Ancho promedio del espécimen, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, mm (pulg)
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)

SEGUN	NORMA	S. 80 a 1.38 N/mm <sup>2</sup>
SEGUN	NORMA	1.80 N/mm <sup>2</sup>
SEGUN	NORMA	128 (lb/pulg <sup>2</sup> ) min o 175 (lb/pulg <sup>2</sup> ) max
COMPLETO	SI	

**DETERMINACION DEL MODULO DE RUPTURA**

**CASO 01**  
Si la fractura ocurre en la superficie de tensión dentro del trazo medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, el módulo de rotura se toma como sigue:

$$R = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2}$$

- R: Módulo de rotura, N/mm<sup>2</sup> (psi)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (lb)
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 02**  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del trazo medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5% de la misma, calcular el módulo de rotura como sigue:

$$R = \frac{3 \cdot P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

- R: Módulo de rotura, N/mm<sup>2</sup> (psi)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (lb)
- a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 03**  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del trazo medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5% de la misma, descartar los resultados del ensayo

**PARA EL PRESENTE PROYECTO:** **CASO 01**

$$R = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2} = 33.49 \text{ N/mm}^2$$

CONVERTIDO SE TIENE:

**MODULO DE ROTURA = R = 33.49 kg/cm<sup>2</sup>**

<b>FECHA DE MOLDEO</b>	02/08/2022	<b>f'c de diseño</b>
<b>FECHA DE ROTURA</b>	30/09/2022	
<b>EDAD</b>	28 días	
		210 kg/cm <sup>2</sup>

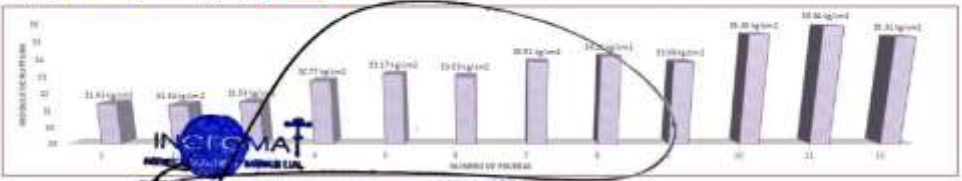
EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO						
Nº	DESCRIPCION	P	L	b	d	R
1	PATRON	2388.95 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	31.41 kg/cm <sup>2</sup>
2	PATRON	2361.65 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	31.34 kg/cm <sup>2</sup>
3	PATRON	2368.90 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	31.53 kg/cm <sup>2</sup>
4	PATRON + 4% CAL	2688.30 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	33.77 kg/cm <sup>2</sup>
5	PATRON + 4% CAL	2688.61 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	33.77 kg/cm <sup>2</sup>
6	PATRON + 4% CAL	2478.30 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	30.02 kg/cm <sup>2</sup>
7	PATRON + 4% CAL	2644.00 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	32.81 kg/cm <sup>2</sup>
8	PATRON + 4% CAL	2668.68 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	33.21 kg/cm <sup>2</sup>
9	PATRON + 4% CAL	2541.74 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	30.86 kg/cm <sup>2</sup>
10	PATRON + 6% CAL	2878.87 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	35.46 kg/cm <sup>2</sup>
11	PATRON + 6% CAL	2878.30 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	35.44 kg/cm <sup>2</sup>
12	PATRON + 6% CAL	2845.68 kg	400.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	35.21 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PROMEDIO:</b>		<b>2613.28 kg</b>	<b>400.00 mm</b>	<b>100.00 mm</b>	<b>100.00 mm</b>	<b>33.56 kg/cm<sup>2</sup></b>

**NOTACIONES:**  
SEGUN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPROMETIDA ENTRE 10 A 20% DEL F'c DE DISEÑO

<b>F'c DE DISEÑO</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>RANGO DEL R QUE DEBE TENER</b>	21 kg/cm <sup>2</sup> - 42 kg/cm <sup>2</sup>

<b>PATRON</b>	31.43 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PATRON + 4% CAL</b>	32.88 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PATRON + 4% CAL</b>	34.70 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PATRON + 4% CAL</b>	35.57 kg/cm <sup>2</sup>

**COMPLETO**      **NO COMPLETO**



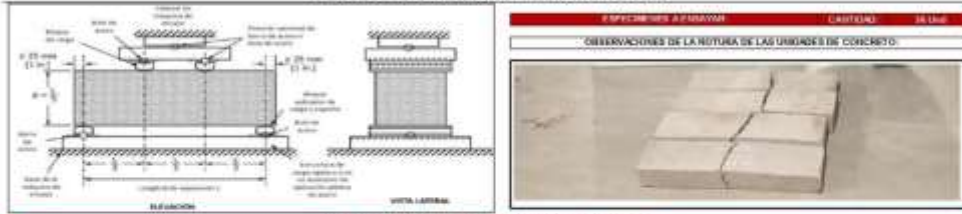
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
CIP. 128589



SOLICITADO: BACH. HUGO BELTRAN HOLSADO CHIRBA  
PROYECTO: EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (HCL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS DEL CONCRETO, CUSCO - 2022  
UBICACION: Campu Quiso-Quiso-03003  
FECHA: JULIO 2022  
MUESTRA: PRUEBAS DE CONCRETO  
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP. 128589

COMENTO: Partida Pruebas Tipo IP  
ENDRECAMIENTO: LEVITO

### FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078



#### CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES

$$r = \frac{S \cdot b \cdot d^2}{L} = 0.11 \text{ T/m}^2$$

r: Velocidad de carga, N/mm (kN/m)	: 11200.00 N/mm	REGULACION	0.80 a 1.20 N/mm
S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra externa, N/mm <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	: 1.50 N/mm <sup>2</sup>	NORMATIVA	1.00 (0.50 kg/cm <sup>2</sup> ) a 2.00 (1.00 kg/cm <sup>2</sup> )
b: Ancho promedio del espécimen, mm (pulg)	: 100.00 mm	COMPLETO	80
d: Espesor promedio del espécimen, mm (pulg)	: 100.00 mm		
L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)	: 450.00 mm		

#### DETERMINACION DEL MÓDULO DE RUPTURA

**CASO 01**  
Si la fractura ocurre en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o cualquier separación entre apoyos, el cálculo del módulo de ruptura se hace como sigue:

$$R = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2}$$

- R: Módulo de ruptura, N/mm<sup>2</sup> (kg/cm<sup>2</sup>)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (kg)
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 02**  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o cualquier separación entre apoyos por lo más de 5% de la misma, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3 \cdot P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

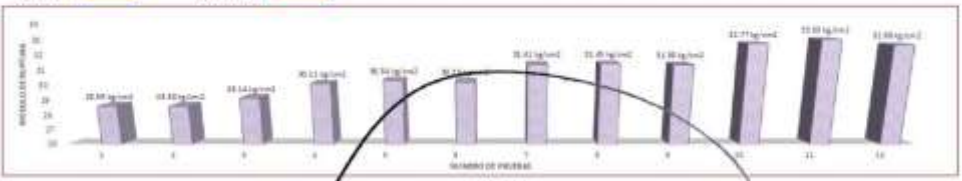
- R: Módulo de ruptura, N/mm<sup>2</sup> (kg/cm<sup>2</sup>)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (kg)
- a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la luz, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 03**  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o cualquier separación entre apoyos por más de 5% de la misma, descartar los resultados del ensayo

PARA EL PRESENTE PROYECTO:	<b>CASO 01</b>	FECHA DE MOLDEO	02/09/2022	f'c de diseño	31.0 kg/cm <sup>2</sup>
$R = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2} = 33.87 \text{ N/mm}^2$	DOMINI	FECHA DE ROTURA	16/09/2022		
CONVERTIDO SE TIENE:	P: 22004.80 N	EDAD	7 Días		
MÓDULO DE ROTURA = $R = 33.80 \text{ kg/cm}^2$	L: 450.00 mm				
	b: 100.00 mm				
	d: 100.00 mm				

Nº	DESCRIPCION	P	L	b	d	R
1	PATRON	2148.30 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.80 kg/cm <sup>2</sup>
2	PATRON	2144.61 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.50 kg/cm <sup>2</sup>
3	PATRON	2184.61 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.74 kg/cm <sup>2</sup>
4	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2274.50 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.34 kg/cm <sup>2</sup>
5	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2274.50 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.34 kg/cm <sup>2</sup>
6	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2264.33 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.23 kg/cm <sup>2</sup>
7	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2266.90 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.41 kg/cm <sup>2</sup>
8	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2269.53 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.48 kg/cm <sup>2</sup>
9	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2265.11 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.38 kg/cm <sup>2</sup>
10	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2268.36 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.77 kg/cm <sup>2</sup>
11	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2274.50 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.34 kg/cm <sup>2</sup>
12	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	2401.50 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	52.86 kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO:		2263.72 kg	450.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	39.81 kg/cm <sup>2</sup>

COMPLETO (Yellow) / NO COMPLETO (Red)



**INGEOMAT**  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
CIP. 128589

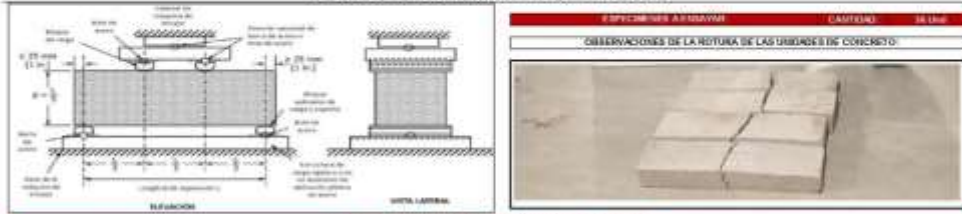


CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SIELOS Y MATERIALES.  
R. A. Ingeomat S. R. L. - San Salvador - Costa Rica - (506) 2228-4444 - (506) 2228-4444 - (506) 2228-4444

**SOLICITADO:** BACH. HUGO BELTRAN HOLSADO CHIRICA  
**PROYECTO:** EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (HCL) Y CENIZA DE TALLO DE COBANA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS DEL CONCRETO, CUSCO - 2022  
**UBICACION:** Cusco - Dpto. Cusco - DUSCO - DUSCO  
**FECHA:** JULIO 2022  
**MUESTRA:** PRUEBAS DE CONCRETO  
**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP. 128580

**COMENTO:** Portland Pastosano Tipo IP  
**ENDRECOMENTO:** LEVITO

### FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078



#### CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENS

$$r = \frac{S + b + d^2}{L} = 0.11 \text{ N/mm}^2$$

- r: Velocidad de carga, N/mm (N/m)
- S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, N/mm<sup>2</sup>(kgf/cm<sup>2</sup>)
- b: Ancho promedio del espécimen, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, mm (pulg)
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)

SEGUN NORMAS	0.80 a 1.28 N/mm <sup>2</sup>
COMPLETI	SI

#### DETERMINACION DEL MODULO DE RUPTURA

**CASO 01:**  
Si la fractura ocurre en la superficie de tensión dentro del tercer medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, el módulo de rotura se hace como sigue:

$$R = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2}$$

- R: Módulo de rotura, N/mm<sup>2</sup>(kgf/cm<sup>2</sup>)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (kgf)
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 02:**  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercer medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5% de la luz, calcular el módulo de rotura como sigue:

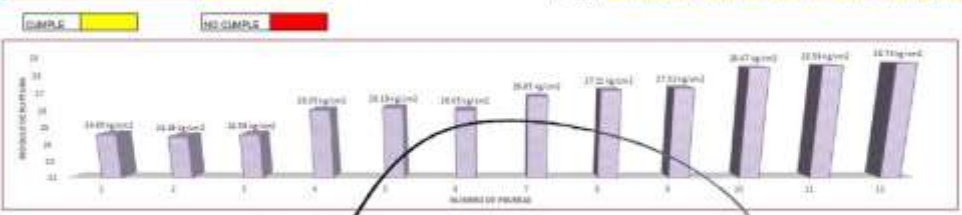
$$R = \frac{3 \cdot P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

- R: Módulo de rotura, N/mm<sup>2</sup>(kgf/cm<sup>2</sup>)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (kgf)
- a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la luz, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 03:**  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercer medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5% de la luz, desear los resultados del ensayo

<b>PARA EL PRESENTE PROYECTO:</b>	<b>CASO 01</b>	<b>FECHA DE MOLDEO</b>	02/08/2022	<b>f'c de diseño</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
$R = \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2} = 0.11 \text{ N/mm}^2$	<b>CONDIC:</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	06/08/2022	<b>EDAD</b>	7 días
<b>CONVERTIDO SE TRONC:</b>	P: 1950.00 N	<b>EDAD</b>	7 días		
<b>MODULO DE ROTURA=</b> R = 28.99 kg/cm <sup>2</sup>	L: 480.00 mm				
	b: 100.00 mm				
	d: 100.00 mm				

Nº	DESCRIPCION	P	L	b	d	R
1	PATRON	1845.74 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	24.90 kg/cm <sup>2</sup>
2	PATRON	1824.36 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	24.48 kg/cm <sup>2</sup>
3	PATRON	1844.89 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	24.89 kg/cm <sup>2</sup>
4	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	1864.50 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	25.00 kg/cm <sup>2</sup>
5	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	1865.00 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	25.00 kg/cm <sup>2</sup>
6	PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	1864.74 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	25.00 kg/cm <sup>2</sup>
7	PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	2014.38 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	26.80 kg/cm <sup>2</sup>
8	PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	2041.89 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	27.31 kg/cm <sup>2</sup>
9	PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	2044.74 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	27.31 kg/cm <sup>2</sup>
10	PATRON + 6% CAL + 6% CENIZA	2154.36 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	28.47 kg/cm <sup>2</sup>
11	PATRON + 6% CAL + 6% CENIZA	2145.18 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	28.89 kg/cm <sup>2</sup>
12	PATRON + 6% CAL + 6% CENIZA	2153.69 kg	480.00 mm	100.00 mm	100.00 mm	28.71 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PROMEDIO:</b>		<b>1963.26 kg</b>	<b>480.00 mm</b>	<b>100.00 mm</b>	<b>100.00 mm</b>	<b>26.96 kg/cm<sup>2</sup></b>



**INGEOMAT**  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
CIP. 128580

**SOLICITADO :** BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA

**PROYECTO :** EFECTOS DE LA ADICION DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS DEL CONCRETO, CUSCO - 2022

**UBICACIÓN :** Cusco-Cusco-CUSCO-CUSCO

**FECHA :** JULIO, 2022

**CEMENTO:** Portland Puzolanico Tipo IP

**MUESTRA :** PRISMAS DE CONCRETO

**ENDURECIMIENTO:** LENTO

**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

N°	EDAD	DESCRIPCION	R	OBSERVACIONES
1	7 DIAS	PATRON	24.60 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
2			24.48 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
3			24.59 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
4		PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	26.05 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
5			26.19 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
6			26.05 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
7		PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	26.85 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
8			27.21 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
9			27.31 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
10		PATRON + 4% CAL + 6% CENIZA	28.47 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
11			28.59 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
12			28.73 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL

N°	EDAD	DESCRIPCION	R	OBSERVACIONES
1	14 DIAS	PATRON	28.59 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
2			28.58 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
3			29.14 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
4		PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	30.11 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
5			30.34 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
6			30.23 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
7		PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	31.41 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
8			31.45 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
9			31.39 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
10		PATRON + 4% CAL + 6% CENIZA	32.77 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
11			33.03 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
12			32.68 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL

N°	EDAD	DESCRIPCION	R	OBSERVACIONES
1	28 DIAS	PATRON	31.41 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
2			31.34 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
3			31.53 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
4		PATRON + 4% CAL + 4% CENIZA	32.77 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
5			33.17 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
6			33.03 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
7		PATRON + 4% CAL + 5% CENIZA	33.91 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
8			34.24 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
9			33.88 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
10		PATRON + 4% CAL + 6% CENIZA	35.45 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
11			35.94 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL
12			35.31 kg/cm <sup>2</sup>	ROTURA EN EL TERCIO CENTRAL



## ANEXO 06: CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS

INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.



### “AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

#### CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO N°51

El que suscribe Ing. Hugo Cuba Benavente. Gerente General de INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L. con RUC: 20491100908.

#### HACE CONSTAR:

Que el Sr. BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA, con DNI: 40884251. Viene usando las instalaciones del laboratorio para los ensayos de la tesis: EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022. Desde el 20 de mayo del presente año.

Se realizó los siguientes ensayos:

- Evaluación de agregados y diseño de mezcla.
- Elaboración de briquetas cilíndricas.
- Prueba de contenido de aire (Olla Washington).
- Prueba de Slump (Revenimiento del concreto).
- Resistencia a la compresión uniaxial de unidades cilíndricas de concreto.
- Resistencia a la flexión de unidades cilíndrica de concreto.
- Granulometría y peso específico de la ceniza.
- Agresividad química de la ceniza.

Se expide el presente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Cusco, 06 de Julio del año 2022.

Arte.

Hcb.

  
**INGEOMA**  
INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
C.I.P. 120589



RUC N° 20491100908

**REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES****CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN  
PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA****INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES EMPRESA INDIVIDUAL DE  
RESPONSABILIDAD LIMITADA-INGEMAT E.I.R.L.**

Domiciliado en: APV EL EDEN (COLINDANTE URB LAS JOYAS CASA MAT GUINDA) /CUSCO-  
CUSCO-SAN SEBASTIAN (Según información declarada en la SUNAT)

**Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:**

**PROVEEDOR DE BIENES**

Vigencia : Desde 18/03/2017

**PROVEEDOR DE SERVICIOS**

Vigencia : Desde 18/03/2017

FECHA IMPRESIÓN: 27/05/2018

**Nota:**

\* Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: [www.rnp.gob.pe](http://www.rnp.gob.pe) - opción [Verifique su inscripción](#).

[Retornar](#)[Imprimir](#)



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

**OBJETO DE PRUEBA:**

Instrument  
**Rangos**  
Measurement range  
**FABRICANTE**  
Manufacturer  
**Modelo**  
Model  
**Serie**  
Identification number  
**Ubicación de la máquina**  
Location of the machine  
**Norma de referencia**  
Norm of used reference  
**Intervalo calibrado**  
Calibrated interval  
**Solicitante**  
Customer  
**Dirección**  
Address  
**Ciudad**  
City  
**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**  
Measurement standard  
**Tipo / Modelo**  
Type / Model  
**Rangos**  
Measurement range  
**Fabricante**  
Manufacturer  
**No. serie**  
Identification number  
**Certificado de calibración**  
Calibration certification  
**Incertidumbre de medida**  
Uncertainty of measurement  
**Método de calibración**  
Method of calibration  
**Unidades de medida**  
Units of measurement  
**FECHA DE CALIBRACIÓN**  
Date of calibration  
**FECHA DE EXPEDICIÓN**  
Date of issue

**MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

100 000 kgf Pág. 1 de 3  
**TEST MARK (INDICADOR) / HUMBOLDT (MARCO)**  
**NO PRESENTA (INDICADOR) / 121020H (MARCO)**  
**LX13-120924-49 (INDICADOR) / CM-3000-LXIP60 (MARCO)**  
LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L  
NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )  
Del 10% al 100% del Rango  
**INGEOMAT E.I.R.L**  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN  
CUSCO  
T71P / ZSC  
150 tn  
OHAUS / KELI  
B504530209 / 5M56609  
N° INF – LE – 436 – 20  
0.060 %  
Comparación Directa  
Sistema Internacional de Unidades ( SI )  
2021 – 10 – 19  
2021 – 10 – 29

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS** 3  
Number of pages including documents attached

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
Authorized signature(s)

  
**Téc. Gilmer A. Huamani Poquioma**  
Responsable de Metrología





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO 255-2021 GLF  
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.20 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patron				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kgf	kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	10000	10052	10035		10092	
20	20000	20063	20098		20086	
30	30000	30186	30075		30142	
40	40000	40096	40051		40303	
50	50000	50084	50026	No Aplica	50096	No Aplica
60	60000	60041	60094		60018	
70	70000	70008	70078		70042	
80	80000	80096	80043		80011	
90	90000	90013	90098		90067	
100	100000	100010	100034		100742	
Indicación después de Carga:		0	0		0	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U <sub>t</sub> (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
10	10000	-0.59	0.57			0.002	0.343
20	20000	-0.41	0.17			0.001	0.123
30	30000	-0.45	0.37			0.001	0.225
40	40000	-0.37	0.63			0.001	0.393
50	50000	-0.14	0.14	No Aplica	No Aplica	0.000	0.110
60	60000	-0.08	0.13			0.000	0.101
70	70000	-0.06	0.10			0.000	0.089
80	80000	-0.06	0.11			0.000	0.092
90	90000	-0.07	0.09			0.000	0.088
100	100000	-0.26	0.73			0.000	0.484
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00		0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Euler Tiznado Becerra

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.8 °C Humedad Mínima: 36.0 %Hr  
Temperatura Máxima: 20.9 °C Humedad Máxima: 42.0 %Hr



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@cylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E LL 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de C&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 255-2021 GLF

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios acces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,45	0,73	No Aplica	No Aplica	0,00	0,001

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas se ensayó de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 436 – 20.

OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6.4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta a este certificado la estampilla de calibración No. 255-2021 GLF

FIRMA AUTORIZADA

  
Téc. Gilmer A. Huamán Poggioma  
Responsable Laboratorio de Metrología





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 261-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : SPX6201

NÚMERO DE SERIE : B709757153

ALCANCE DE INDICACIÓN : 6200 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

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  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO 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.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN



Gilmer Amado Huamani Pautoloma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 658

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E LL 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de C&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.4 °C	19.4 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 216 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 6200 g la balanza indicó 6200.9 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrología Peruana 004 - 2010, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1 <sup>m</sup> 1(g)	3,000.0 g		Carga L2 <sup>m</sup> 5,999.9 g	6,000.0 g	
		Δ L (mg)	E (mg)		Δ L (mg)	E (mg)
1	3,000.2	60	190	5,999.9	60	-110
2	3,000.2	40	210	5,999.9	50	-100
3	3,000.2	60	190	5,999.9	40	-90
4	3,000.2	40	210	5,999.9	50	-100
5	3,000.2	60	190	5,999.9	40	-90
6	3,000.2	50	200	5,999.9	50	-100
7	3,000.2	40	210	5,999.9	40	-90
8	3,000.2	50	200	5,999.9	60	-110
9	3,000.2	60	190	5,999.9	50	-100
10	3,000.2	50	200	5,999.9	40	-90
Desviación Máxima			20			20
Error Máximo Permitido		± 300 mg		± 300 mg		





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 261-2021 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>c</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2,000.0	1,999.9	50	-100	-100
2		1.0	40	10		1,999.9	40	-90	-100
3		1.0	50	0		1,999.9	50	-100	-100
4		1.0	40	10		1,999.9	40	-90	-100
5		1.0	50	0		1,999.9	50	-100	-100

Temp. (°C) Inicial: 19.4 Final: 19.4

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				amp (**)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
1.0	1.0	50	0						100
5.0	5.0	50	0	0	5.0	50	0	0	100
10.0	10.0	40	10	10	10.0	40	10	10	100
50.0	50.0	40	10	10	50.0	50	0	0	100
100.0	100.0	50	0	0	100.0	40	10	10	100
1,000.0	1,000.0	40	10	10	1,000.0	50	0	0	200
2,000.0	1,999.9	50	-100	-100	1,999.9	40	-90	-90	200
3,000.0	2,999.9	50	-100	-100	2,999.9	50	-100	-100	300
4,000.0	3,999.9	40	-90	-90	3,999.9	40	-90	-90	300
5,000.0	4,999.9	50	-100	-100	4,999.9	50	-100	-100	300
6,200.0	6,199.9	50	-100	-100	6,199.9	50	-100	-100	300

Temp. (°C) Inicial: 19.4 Final: 19.4

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada	
$R_{\text{corregida}} =$	$R + 2,104E-08 \times R$
$U_{95} =$	$2 \sqrt{018E-04 \text{ g}^2 + 8,724E-16 \times R^2}$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10<sup>xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)







## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 262-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8336030041

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

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  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO 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.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

  
Gilmer Amador Huarcaya Cortioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E LL 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de C&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.1 °C	19.1 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL TOTAL WEIGHT</b>	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 216 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 29993 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1* 15,000 g	Temp. (°C)		Carga L3* 30,000 g	ΔL(g)	E(g)
		Inicial	Final			
1	15,003	0.5	3.0	30,001	0.6	0.9
2	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
3	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
4	15,003	0.6	2.9	30,001	0.5	1.0
5	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
6	15,003	0.5	3.0	30,001	0.6	0.9
7	15,003	0.5	3.0	30,001	0.6	0.9
8	15,003	0.5	3.0	30,001	0.6	0.9
9	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
10	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
Error máximo permitido		± 20 g		± 30 g		± 0.1





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>2</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	η(g)	Δ(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	η(g)	Δ(g)	E <sub>0</sub> (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,001	10,001	0.5	1.0	1.0
2		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1
3		10	0.5	0.0		10,001	0.5	1.0	1.0
4		10	0.5	0.0		10,001	0.5	1.0	1.0
5		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1
Error máximo permitido ± 20 g									

(\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(*)
	η(g)	Δ(g)	E <sub>0</sub> (g)	E <sub>c</sub> (g)	η(g)	Δ(g)	E <sub>0</sub> (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10	10	0.5	0.0	0.0	10	0.5	0.0	0.0	10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,001	0.5	1.0	1.0	10,001	0.5	1.0	1.0	20
15,000	15,001	0.5	1.0	1.0	15,001	0.5	1.0	1.0	20
20,000	20,001	0.6	0.9	0.9	20,001	0.5	1.0	1.0	20
25,000	25,001	0.6	0.9	0.9	25,001	0.6	0.9	0.9	30
30,000	30,001	0.7	0.8	0.8	30,001	0.7	0.8	0.8	30

(\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,743E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 045E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza Δ: Carga Incrementada E: Error encontrado E<sub>0</sub>: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Certificado E-xx = 10\*\* (Ejemplo: E-05 = 10<sup>4</sup>)



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 658

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E LL 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de C&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 263-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : HENKEL

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : K6013871

ALCANCE DE INDICACIÓN : 1000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.01 g

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

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  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO 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.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN



Gilmer Antonio Huamán Roguima  
Responsable del Laboratorio de Metrología





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.0 °C	19.0 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 216 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 1000 g la balanza indicó 991.56 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrología Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

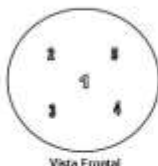
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1=	800.00 g		Carga L2=		1.000.00 g	
		l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	500.02	4	21	1.000.12	4	121	
2	500.02	4	21	1.000.12	4	121	
3	500.02	5	20	1.000.12	5	120	
4	500.02	5	20	1.000.12	5	120	
5	500.02	5	20	1.000.12	5	120	
6	500.02	6	19	1.000.12	4	121	
7	500.02	4	21	1.000.12	4	121	
8	500.02	4	21	1.000.12	5	120	
9	500.02	5	20	1.000.12	6	119	
10	500.02	4	21	1.000.12	4	121	
Desviación estándar		2				2	
Error máximo permitido ±		30 mg		±		30 mg	





Vista Frontal

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 263-2021 GLM

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>z</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	f(g)	Δ L (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	f(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Eo (mg)
1	1.00	0.98	5	-20	300.00	300.02	4	21	41
2		0.97	4	-29		300.03	5	30	59
3		0.97	4	-29		300.03	5	30	59
4		0.98	5	-20		300.02	4	21	41
5		0.98	5	-20		300.01	5	10	30

(\*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido: ± 30 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**)
	f(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Eo (mg)	f(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Eo (mg)	
1.00	1.00	4	1						10
2.00	2.00	5	0	-1	2.00	5	0	-1	10
5.00	5.00	4	1	0	5.00	4	1	0	10
10.00	10.00	4	1	0	10.00	4	1	0	10
50.00	50.00	5	0	-1	50.00	5	0	-1	10
75.00	75.00	4	1	0	75.00	4	1	0	20
100.00	100.02	4	21	20	100.02	4	21	20	20
200.00	200.02	4	21	20	200.02	4	21	20	20
500.00	500.02	4	21	20	500.02	4	21	20	30
800.00	800.02	5	20	19	800.02	5	20	19	30
1,000.00	1,000.10	4	101	100	1,000.10	4	101	100	30

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 6,694E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,716E-08 \text{ g}^2 + 300E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error corregido    Eo: Error corregido en cero    E<sub>z</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





# G&L

LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°266-2021 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L.

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELECTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA.  
MODELO : PG-190  
NÚMERO DE SERIE : 305  
PROCEDENCIA : COLOMBIA  
IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA  
UBICACIÓN : LABORATORIO

### Descripción del Termometro del Equipo

Tipo : Digital  
Alcance de Indicación : 5 °C a 200 °C  
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-10-19

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009, del SNM-INDECOPÍ - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	16.5	18.9
Humedad Relativa %HR	47	47

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CC - 6319 - 2021

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  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO 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.



Tec. *[Firma]* Humberto Logioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología

Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [laboratorio.gylaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gylaboratorio@gmail.com)  
[servicios@gylaboratorio.com](mailto:servicios@gylaboratorio.com)

Av. Miraflores Mz. E LL 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **C&L LABORATORIO S.A.C**



7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.1	109.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
02	110.1	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
04	110.4	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
06	109.8	108.0	108.3	109.6	109.7	109.8	109.7	109.7	108.3	108.0	109.8	109.1	1.8
08	110.1	108.1	108.4	113.2	109.8	109.8	109.8	109.7	108.4	108.1	109.8	109.5	5.1
10	110.1	108.2	108.5	110.1	109.9	110.1	109.9	109.8	108.5	108.2	110.1	109.3	1.9
12	110.1	108.0	108.4	109.8	109.9	110.0	109.9	109.6	108.4	108.0	110.0	109.2	2
14	110.1	107.9	108.1	109.9	109.9	111.3	109.9	109.6	108.1	107.9	111.3	109.4	3.4
16	110.0	107.7	108.1	108.8	108.5	109.5	109.5	108.4	108.1	107.7	109.5	108.9	1.9
18	110.1	108.9	108.2	108.6	108.4	109.5	108.4	109.5	108.2	108.9	109.5	109.1	1.4
20	110.0	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
22	110.0	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
24	110.0	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
26	110.0	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
28	110.0	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
30	110.0	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
32	110.1	108.0	108.3	109.6	109.7	109.8	109.7	109.7	108.3	108.0	109.8	109.1	1.8
34	110.1	108.1	108.4	113.2	109.8	109.8	109.8	109.7	108.4	108.1	109.8	108.5	5.1
36	110.0	108.2	108.5	110.1	109.9	110.1	109.9	109.8	108.5	108.2	110.1	109.3	1.9
38	110.0	108.0	108.4	108.8	108.9	110.0	109.9	109.6	108.4	108.0	110.0	109.2	2.0
40	110.0	107.9	108.1	109.9	109.9	111.3	109.9	109.6	108.1	107.9	111.3	109.4	3.4
42	110.0	107.7	108.1	108.6	108.5	109.5	109.5	108.4	108.1	107.7	109.5	108.9	1.9
44	110.0	108.9	108.2	108.6	108.4	109.5	108.4	109.5	108.2	108.9	109.5	109.1	1.4
46	110.0	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
48	110.0	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
50	110.1	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
52	110.0	107.7	108.1	108.8	108.5	109.5	109.5	108.4	108.1	107.7	109.5	108.9	1.9
54	110.0	108.9	108.2	108.6	108.4	109.5	108.4	109.5	108.2	108.9	109.5	109.1	1.4
56	110.0	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
58	110.0	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
60	110.1	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
<b>T. PROM.</b>	110.0	108.2	108.4	110.9	110.0	109.9	110.0	109.7	108.4	108.2	109.9	109.4	
<b>T. MAX</b>	110.4	108.9	108.9	114.8	110.7	111.3	110.7	110.6	108.9	108.9	111.3		
<b>T. MIN</b>	109.8	107.7	108.1	108.6	108.4	108.8	108.4	108.7	108.1	107.7	108.8		
<b>DTT</b>	0.6	1.2	0.8	5.2	1.3	2.5	1.3	1.9	0.8	1.2	2.5		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.8	0.3
Mínima Temperatura Medida	107.7	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5.2	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.6	0.3
Estabilidad Medida (±)	2.5	0.04
Uniformidad Medida	6.8	0.3

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







### 8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termopares calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(\*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

#### NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

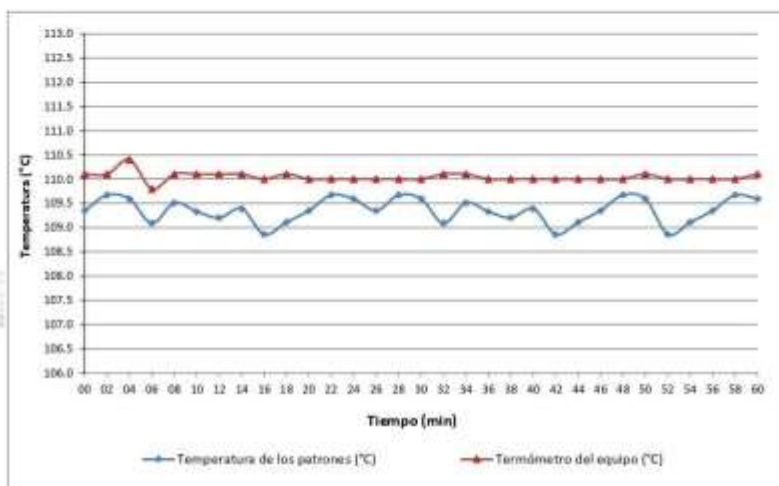
### 9. FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO



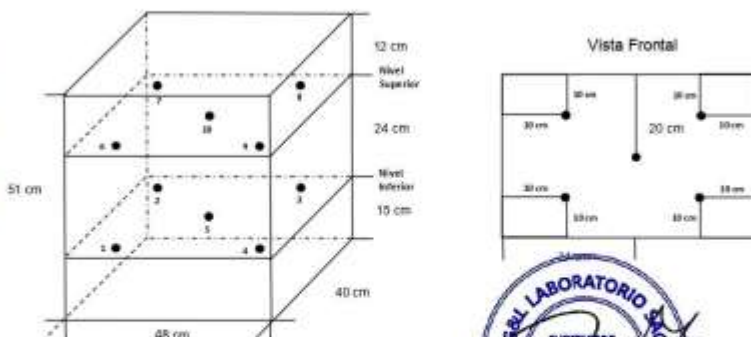


DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 7 cm de altura sobre sus respectivos niveles.



## ANEXO 07: FOTOS COMPLEMENTARIAS

### Anexo 07.01: Diseño de mezclas

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022  
REALIZADO POR: BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA



#### PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO

##### AGREGADO FINO



Fotografía 1 Y Fotografía 2 IZQUIERDA: Análisis granulométrico, DERECHA: Determinación del peso unitario varillado.



Fotografía 3 Y Fotografía 4: IZQUIERDA: Secado de las muestras para determinar el peso específico, DERECHA: Determinación del peso específico.

INGEMAT  
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
C.I.P. 126589

**AGREGADO GRUESO**



Fotografía 5 Y Fotografía 6 IZQUIERDA: Lavado de muestras para posterior análisis granulométrico, DERECHA: Determinación del eso unitario.



Fotografía 7 Y Fotografía 8: IZQUIERDA: Determinación del análisis granulométrico, DERECHA: Determinación del contenido de humedad.



**INGEOMAT**  
INGENIERÍA Y MATERIALES E.I.R.L.  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
CIP. 120589

## Anexo 07.02: Ensayo de trabajabilidad

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022  
REALIZADO POR:  
BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA



### PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO



Fotografía 1 y Fotografía 2 Determinación del SLUMP.  
(concreto patrón).



Fotografía 3 y Fotografía 4 Determinación del SLUMP.  
(concreto patrón + 4% de ceniza+4% de cal).





Fotografía 5 y Fotografía 6 Determinación del SLUMP.  
(concreto patrón + 5% de ceniza + 4% de cal).



Fotografía 7 y Fotografía 8 Determinación del SLUMP.  
(concreto patrón + 6% de ceniza + 4% de cal).

**INGEOMAT**  
INGENIERÍA Y MATERIALES E.I.R.L.  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
CIP. 120588

## Anexo 07.03: Ensayo de contenido de aire

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022.  
REALIZADO POR:  
BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA



### PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO



Fotografía 1 y Fotografía 2 Determinación del contenido de aire del concreto (Patrón).



Fotografía 3 y Fotografía 4 Determinación del contenido de aire del concreto (Patrón + 4% de ceniza + 4% de cal).





Fotografía 5 y Fotografía 6 Determinación del contenido de aire del concreto (Patrón + 5% de ceniza + 4% de cal).



Fotografía 7 y Fotografía 8 Determinación del contenido de aire del concreto (Patrón + 6% de ceniza + 4% de cal).

**INGEOMA**  
INGENIERÍA Y MATERIALES E.I.R.L.

**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
CIP. 120589



## Anexo 07.04: Ensayo de resistencia a la compresión

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022  
BACH. HUGO BELTRAN HOLGADO CHUNCA



### PANEL FOTOGRAFICO - LABORATORIO

7 DIAS



Fotografía 1 Y Fotografía 2 Compresión uniaxial de unidades de concreto. Derecha: Patrón, izquierda: 4% de ceniza y 4% de cal.



Fotografía 3 Y Fotografía 4 Compresión uniaxial de unidades de concreto. Derecha: 4% de ceniza y 5% de cal., izquierda: 4% de ceniza y 6% de cal.



Cubano480@hotmail.com, Ingeomat\_cusco@hotmail.com Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco 4  
Telf. 084-270342 Cel. Claro 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

**14 DIAS**



Fotografía 5 Y Fotografía 6 Compresión uniaxial de unidades de concreto. Derecha: Patrón, izquierda: 4% de ceniza y 4% de cal.



Fotografía 7 Y Fotografía 8 Compresión uniaxial de unidades de concreto. Derecha: 4% de ceniza y 5% de cal., izquierda: 4% de ceniza y 6% de cal.

**INGEOMAT**  
 INGENIERÍA Y MATERIALES E.I.R.L.  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. 129549

**28 DIAS**



Fotografía 9 Y Fotografía 10 Compresión uniaxial de unidades de concreto. Derecha: Patrón, izquierda: 4% de ceniza y 4% de cal.



Fotografía 11 Y Fotografía 12 Compresión uniaxial de unidades de concreto. Derecha: 4% de ceniza y 5% de cal., izquierda: 4% de ceniza y 6% de cal.



## Anexo 07.05: Ensayo de resistencia a la flexión

	<b>EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CAL (NHL) Y CENIZA DE TALLO DE CEBADA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DEL CONCRETO, CUSCO, 2022</b>
<b>PANEL FOTOGRAFICO</b>	

**7 DIAS**



fotografía 1 y fotografía 2 Rotura de vigas. Derecha: Patrón, Izquierda: 4% de cal + 4% de ceniza.



fotografía 3 y fotografía 4 Rotura de vigas. Derecha: 4% de cal + 5% de ceniza, Izquierda: 4% de cal + 6% de ceniza.

  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. 126589

<b>Dirección</b>	Vía El Edén Lote C-3, San Sebastián - Cusco - España Av. Prado y Jr. Cusco - Abancay	<b>Celular: Entel:</b> 974 279 249, Telf: 217232
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:Ingeomat_cusco@hotmail.com">Ingeomat_cusco@hotmail.com</a> / <a href="mailto:Ingeomat_apurimac@hotmail.com">Ingeomat_apurimac@hotmail.com</a>	<b>Búf:</b> 921126988

5

14 DIAS



fotografía 5 y fotografía 6 Rotura de vigas. Derecha: Patrón, Izquierda: 4% de cal + 4% de ceniza.



fotografía 7 Rotura de vigas. Derecha: 4% de cal + 5% de ceniza, Izquierda: 4% de cal + 6% de ceniza

**INGEOMA**  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. 128589

Dirección	Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Abascoy	Celular: Entel: 974 279 249, Telf: 237232
E- mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com. / Ingeomat_apurimac@hotmail.com	Btel: 921126988

28 DIAS



fotografía 9 y fotografía 10 Rotura de vigas. Derecha: Patrón, Izquierda: 4% de cal + 4% de ceniza.



fotografía 11 y fotografía 12 Rotura de vigas. Derecha: 4% de cal + 5% de ceniza, Izquierda: 4% de cal + 6% de ceniza.

  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 C.P. 129589

Dirección	Crb. ETE 6to. Lote C-3, San Sebastián - Cusco. / Espaldas Av. Prado y Jr. Cusco - Alameda	Celular: Entel: 974 279 249, Telf: 217232
E- mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com. / Ingeomat_apurimac@hotmail.com	Búst: 921126988



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CANTA HONORES JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Efectos de la adición de Cal (NHL) y Ceniza de tallo de Cebada en las propiedades Físicas-Mecánicas del concreto, Cusco, 2022", cuyo autor es HOLGADO CHUNCA HUGO BELTRAN, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He 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, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 16 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CANTA HONORES JORGE LUIS <b>DNI:</b> 10743048 <b>ORCID</b> 0000-0002-9232-1359	Firmado digitalmente por: JCANTAHU el 25-07- 2022 12:53:53

Código documento Trilce: TRI - 0348344