



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el  
comportamiento físico mecánico de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
Sullana – 2023

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Sanchez Cumbicus, Moises Ysmael (orcid.org/0000-0002-0246-9799)

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**PIURA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a mis padres, hermanos, familiares, esposa y mi pequeña que esta en camino que me apoyaron constantemente durante mi desarrollo profesional y alcanzar mis objetivos; asimismo, a mis docentes de universidad quienes inculcaron en mí, los conocimientos, valores, aptitudes y la actitud necesaria para desarrollar mis capacidades actuales.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por la oportunidad de estudio brindada, así como el apoyo constante para lograr mi desarrollo como profesional y como persona. Asimismo, agradezco a cada una de las personas que en menor o mayor medida aportaron en mi grandes experiencias y actitudes. Finalmente, agradezco a Dios por la salud y oportunidades brindadas día a día.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023.", cuyo autor es SANCHEZ CUMBICUS MOISES YSMAEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, 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, 15 de Marzo del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 19-03-2024 13:21:36

Código documento Trilce: TRI - 0740229





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, SANCHEZ CUMBICUS MOISES YSMAEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
MOISES YSMAEL SANCHEZ CUMBICUS <b>DNI:</b> 46565496 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0246-9799	Firmado electrónicamente por: MSANCHEZCU03 el 15-03-2024 21:31:32

Código documento Trilce: TRI - 0740226

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización (ver Anexo N°02).....	10
3.3. Población .....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos .....	12
3.6. Método de análisis de datos .....	13
3.7. Aspectos éticos .....	13
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	21
VI. CONCLUSIONES .....	25
VII. RECOMENDACIONES .....	26
REFERENCIAS	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> <i>Propiedades mecánicas resultantes de la experimentación</i> .....	15
<b>Tabla N° 2:</b> <i>Propiedades físicas del concreto – Temperatura</i> .....	15
<b>Tabla N° 3:</b> <i>Propiedades físicas del concreto – Asentamiento (Slump)</i> .....	16
<b>Tabla N° 4:</b> <i>Propiedades físicas del concreto – Peso específico</i> .....	16
<b>Tabla N° 5:</b> Propiedades mecánicas resultantes de la experimentación a los 7 días .....	18
<b>Tabla N° 6:</b> Propiedades mecánicas resultantes de la experimentación a los 14 días .....	18
<b>Tabla N° 7:</b> Propiedades mecánicas resultantes de la experimentación a los 28 días .....	19

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1</b> <i>Propiedades mecánicas alcanzadas por el concreto en fase de experimentación. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.....</i>	27
<b>Gráfico N° 2.</b> <i>Propiedades físicas (temperatura) alcanzadas por el concreto en fase de experimentación. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.....</i>	28
<b>Gráfico N° 3.</b> <i>Propiedades físicas (asentamiento) alcanzadas por el concreto en fase de experimentación. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.....</i>	28
<b>Gráfico N° 4.</b> <i>Propiedades físicas (peso específico) alcanzadas por el concreto en fase de experimentación. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.....</i>	29
<b>Gráfico N° 5.</b> <i>Propiedades mecánicas alcanzadas por el concreto en fase de experimentación – Rotura a los 7 días. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.....</i>	29
<b>Gráfico N° 6.</b> <i>Propiedades mecánicas alcanzadas por el concreto en fase de experimentación – Rotura a los 14 días. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.....</i>	30

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal de estudio el determinar la influencia de la adición de las cenizas de hojas de banano en el mejoramiento de las propiedades físico, mecánico de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ ; para lo cual, se trabajó bajo una metodología de tipología aplicada, de diseño experimental y con un enfoque cuantitativo; teniendo una población muestral de 36 probetas de concreto con dosificaciones de 5, 10 y 15% de ceniza, siendo comparados con un diseño patrón. Se obtuvo resultados positivos respecto al comportamiento físico y mecánico, recuperando datos de un slump, temperatura y peso unitario ideales, así como el cumplimiento normativo de la resistencia a la compresión, incluso superando hasta en un 142.23%, complementado con los datos de ahorro económico. Se concluyó que la adición de cenizas de hojas de banano influye de manera positiva en el comportamiento de las propiedades físico, mecánico de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ .

**Palabras clave:** Ceniza, concreto, dosificación.

## ABSTRACT

The principal objective of this thesis was to determine the influence of the addition of banana leaf ash on the improvement of the physical and mechanical properties of a concrete  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ ; For which, we worked under a methodology of applied typology, experimental design and a quantitative approach; having a sample population of 36 concrete specimens with dosages of 5, 10 and 15% ash, being compared with a standard design. Positive results were obtained regarding the physical and mechanical behavior, recovering data on an ideal slump, temperature and unit weight, as well as regulatory compliance with compression resistance, even exceeding it by up to 142.23%, complemented with economic savings data. It was concluded that the addition of banana leaf ash positively influences the behavior of the physical and mechanical properties of a concrete  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ .

**Keywords:** Ash, concrete, dosage.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad internacional, el rubro de la construcción representó uno de los sectores que contamina más al medio ambiente comparados a otros sectores, alcanzando niveles de producción de concreto de hasta cuatro billones de toneladas anuales (Pol et al., 2023); la cual, para su elaboración compromete esencialmente al cemento en su fórmula, siendo el material artificial de máxima relevancia a través de la historia, por lo cual, representó a la unidad más contaminante dentro del proceso de elaboración (Li, et al., 2022). Asimismo, según estudios realizados por Olsson, Alexander & Miller (2023), una tonelada del material antes mencionado, tiene el potencial de contaminar al ambiente con la expulsión de 3.6 Gt de CO<sub>2</sub> hacia la atmosfera. A su vez, las industrias productoras de cemento contribuyeron a la contaminación ambiental en un 50% con residuos sólidos, 23% gaseosos y el 40% en la hidrología del todo el mundo (Vargas, 2022). Añadido a ello, dentro del marco nacional, según el reporte 2022 del INEI, la elaboración de cemento ha crecido mensualmente en un índice de 2.25 %, radicando como principal factor de crecimiento la relevancia de su empleabilidad en la realización de obras dentro del sector público o privado que se desarrollan dentro del territorio nacional, siendo las obras civiles quienes influyeron con mayor incidencia en ello (Huaquisto & Belizario, 2018). Asimismo, según Mohamad et al. (2022), en Perú se han realizado investigaciones o proyectos sostenibles y benéficos para las futuras generaciones, con la finalidad de producir materiales con propiedades cementantes, utilizando residuos reciclados provenientes de las industrias. Entre dichos residuos, resalta la empleabilidad de la ceniza proveniente de la combustión de materiales orgánicos, en relación a la norma ASTM C618-08-2010, la cual, especifica procedimientos y elaboración de trabajos experimentales que respalden su eficiencia dentro de las características de aditivo puzolánico, logrando impactos positivos en su economía y medio ambiente (Aizpurua, Moreno & Caballero, 2018). A nivel regional, la ciudad se ha desarrollado a un ritmo acelerado, por lo cual, las construcciones han incrementado, aumentado así la empleabilidad de materiales de construcción noble, dentro de ello el cemento, generando más demanda del mismo (Floreano, 2020). A nivel local, dentro de las

industrias existentes resaltó la agricultura, potenciado por el cultivo del banano orgánico, del cual se puede obtener cenizas de sus hojas como material alternativo para la elaboración del concreto, aprovechando sus ventajas como un elemento de adición para la innovación de materiales puzolánicos; de esta manera, poder brindar una solución potencial para el auge de la construcción en un entorno sostenible. Por lo tanto, se planteó el problema general: ¿Cuál es la influencia de la adición de cenizas de las hojas de banano, en el mejoramiento de las propiedades físico, mecánico de un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023?; y como problemas específicos: ¿Cuál es la influencia de la adición de cenizas de las hojas de banano, en el mejoramiento físico de un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023?, ¿Cuál es la influencia de la adición de cenizas de las hojas de banano, en el mejoramiento mecánico, de un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023? y ¿Cuál es la influencia de la adición de cenizas de las hojas de banano, en el impacto económico de un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023? La presente tesis tuvo justificación práctica, a razón de que la elaboración del concreto con adición de cenizas representa una solución práctica dentro de la construcción sostenible donde se emplean materiales innovadores. Asimismo, se justificó de manera teórica debido a los aportes técnicos correspondientes a la aplicación de cenizas para la fabricación de concreto para la construcción, dando pie a la ingeniería para tomar nuevas rutas de solución y perfeccionamiento de la misma. Añadido a ello, dentro del marco social, el presente estudio presentó como alternativa primordial, el mejoramiento del contexto de la construcción empleando materiales sostenibles, por lo tanto, representa un aporte esencial para lograr mejorar los niveles de calidad de vida y habitabilidad de los pobladores. Finalmente, correspondiente al cuidado del medio ambiente y su justificación, se rescató los aspectos de reciclaje, manejo y disposición de los residuos sólidos que resultan de la industria de agricultura, con el fin de potenciar la industria de la construcción, disminuyendo así la contaminación que genera, aplicando procedimientos técnico sostenibles. Consecuentemente, la presente tesis tuvo el siguiente objetivo principal: i) Determinar la influencia de la adición de las cenizas de hojas de banano, en el mejoramiento de las propiedades físico, mecánico de un concreto  $F'c = 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023. Asimismo, como objetivos específicos se tuvo: ii) Determinar la influencia de la adición de cenizas de hojas de banano en el comportamiento físico



de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023; iii) Determinar la influencia de la adición de cenizas de hojas de banano en el comportamiento mecánico de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023; y iv) Determinar la influencia de la adición de cenizas de hojas de banano en el impacto económico de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023. Finalmente, se presentaron las siguientes hipótesis: i) La adición de cenizas de hojas de banano influye de manera positiva en el mejoramiento de las propiedades físico, mecánico de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023; ii) La adición de cenizas de hojas de banano influye de manera positiva en el comportamiento físico de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023; iii) La adición de cenizas de hojas de banano influye de manera positiva en el comportamiento mecánico de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023; y iv) La adición de cenizas de hojas de banano influye de manera positiva en el impacto económico de un concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ , Sullana – 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

El diseño de elementos de concreto complementado con adición de cenizas proveniente de las hojas de banano no ha sido estudiado con anterioridad, por lo que los antecedentes que se han encontrado estarán enfocados más que todo a cómo es que los diferentes autores han propuesto sus respectivos diseños de bloques de concreto empleando cenizas tal y como se ha explicado en la realidad problemática. Por lo tanto, se presentan los siguientes: Dentro del marco internacional, la tesis de Castillo, Mora & Pardo (2018), denominada *“Evaluación del CFM de BAM con ACV, Colombia – 2018”*, se sostuvo el objetivo principal de estudio el determinar la influencia de ambas variables durante el proceso de fabricación, empleando un enfoque cuantitativo – diseño experimental. Se obtuvo como resultado un crecimiento considerable en su comportamiento mecánico del concreto expresado en  $F'c$ , alcanzando niveles de 27.92 MPa. Se concluyó finalmente que la aplicación de cenizas volantes en la elaboración de concreto alcanza los niveles deseados para ser empleados con fines estructurales, siendo una excelente alternativa. Según Demera y Romero (2018), en su tesis denominada *“Evaluación del uso de los RCA como ABC en Manabi – 2018”*, se tuvo el objetivo principal de evaluar la resistencia alcanzada por la aplicación de la ceniza de RCA, empleando un enfoque cuantitativo – diseño experimental, con una muestra de 48 probetas. Se obtuvo una información resultante de 36 kg/cm<sup>2</sup> tras la rotura de probetas, siendo un 25% mayor a lo convencional. Se concluyó que la ceniza de RCA es una alternativa ecológica para la elaboración de elementos de concreto. A su vez, la tesis internacional de García (2018), titulada *“Evaluación de la ACV como ASP del cemento portland, en la FBV, Hidalgo – 2018”*, se tuvo el objetivo de evaluar la variable independiente como materia prima en el proceso de elaboración blocks; desarrollado bajo un enfoque cuantitativo de diseño experimental. Se obtuvo un coeficiente de absorción en un 25%, puntualizando sus características de capilaridad bajo los niveles de resistencia exigidos. Se concluyó con la viabilidad de su empleabilidad en la construcción. Seguido a la presentación de los antecedentes, se tiene el marco nacional, con la investigación de Ccopa (2019), titulada *“ETE de la FBC incorporando ceniza de RCA – 2019”*. Se consideró como objetivo principal evaluar de manera técnica – económica de la aplicación de las cenizas antes mencionadas; bajo un enfoque cuantitativo de diseño experimental,

aplicado a una población de 24 probetas. Se obtuvieron resultados positivos hacia la  $f'c$ , alcanzando la cantidad de 242.80 kg/cm<sup>2</sup>, y un ahorro de S/. 0,2077 por bloque. Concluyendo que la aplicación de dichas cenizas logra los estándares deseados, siendo de gran utilidad en las mezclas de concreto. Añadido a ello, la investigación de Santivañez (2021), denominada *“Influencia de la ceniza de RCA y CCA sobre la resistencia a la compresión en BCE, Lima - 2021”*, tuvo como principal objeto de estudio el parametrar la influencia de ambas variables, bajo el enfoque cuantitativo de diseño experimental, empleando 12 probetas. Se obtuvieron resistencias por encima del valor estándar, alcanzando resistencias de 85,21 Kg/cm<sup>2</sup>, 76,80 Kg/cm<sup>2</sup> y 75,02 Kg/cm<sup>2</sup>; y un ahorro entre 3-10 soles por metro de concreto. Se concluyó que los valores obtenidos por la aplicación de cenizas RCA y CCA superan el promedio de 50 Kg/cm<sup>2</sup> establecido en la Norma Técnica E.070 – RNE. También se encuentra dentro de este grupo la tesis de autoría de Núñez (2018), denominada *“MRC del bloque de concreto incorporando CAC. Chiclayo 2018”*, sostuvo el principal objeto de estudio la influencia y comparación del bloque propuesto con los convencionales, desarrollado bajo un enfoque cuantitativo – diseño experimental, con una muestra de 97 probetas. Se obtuvo que la resistencia media alcanzó los 120,20 Kg/cm<sup>2</sup>, aumentando hasta en 24,51 Kg/cm<sup>2</sup> la resistencia requerida. Se concluyó que los valores de resistencia aumentan favorablemente tras la aplicación de la ceniza. En relación a ello, en el ámbito regional se han venido realizando investigaciones similares, teniendo el caso de la tesis realizada por Cienfuegos & Garces (2021), titulada *“Análisis de las CFM del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo CCAZ, Piura 2021”*. Tuvo el objetivo principal de analizar el comportamiento del concreto tras añadir la ceniza de la caña; desarrollado bajo un enfoque cuantitativo – diseño experimental. Se obtuvo como resultado que los mejores resultados alcanzaron una proporción de 191 MPa – 221 MPa, teniendo como patrón 180 MPa – 198 MPa. Se concluyó que la adición de la ceniza de cana es favorable para potenciar las propiedades del CFM del concreto de estudio. Dentro del ámbito local, se tiene la investigación de Pacherez & Panta (2021), denominada *“Incorporación de CCA y frijol para mejorar las cualidades del BCV Sullana -2021”*. Tuvo como objetivo principal de estudio determinar su aplicación en los bloques de concreto, teniendo un enfoque cuantitativo con diseño experimental. Se obtuvo como resultado porcentajes equivalentes a lo establecido

en la norma técnica E.070-RNE. Concluyendo que, la aplicación de CCA y frijol influyen poco en las características del concreto. In addition, there are the following investigations in another language: according to Ashish et. al (2018), conducted a study with the aim of evaluating the performance of bricks made from coal ash and fly ash with minimal cement. The methodology of the study was a quantitative approach and experimental design, which was applied to samples with a cement content of 7%. As a result, optimal values were obtained for a mixture of bottom ash, fly ash and cement. Fly ash bricks are compatible with mortar and can be an important alternative to conventional bricks for sustainable development. It was concluded that ash can be used in concrete brick production. Added to this, the thesis carried out by Lustosa & Magalhaes (2019) conducted a study with the aim to assess the mechanical properties of concrete when fly ash was added to it. The method was quantitative in methodology and experimental design, with 50 specimens processed at 0%, 10%, 20%, 40% and 50% fly ash to water/binder ratios. The experimental results showed that the compressive strength at 28 days decreased when 10% and 20% of the cement was replaced by natural fly ash. It was concluded that ash should be used in concrete in a controlled manner, taking care that the compressive strength does not fall below the requirement.

Por otra parte, como bases teóricas se tiene a las hojas de plátano, que se obtienen del árbol llamado banano, teniendo la forma alargada y ancha, las cuales son desechadas en gran cantidad por parte de los agricultores; teniendo el potencial de ser calcinadas a altas temperaturas, alcanzando los 900 °C en un lapso de 24 horas, del cual se obtiene la ceniza puzolánica que puede ser empleada en la producción de elementos de concreto. Añadido a ello, dichas hojas conforman una alta concentración de hierro en 1.4%, Óxido de aluminio en 2.6% y sílice un 48.7%; y un compuesto de óxido férrido, calcio, sodio y potasio en proporciones más bajas (Torres et. al, 2023). Asimismo, según la definición de Puzolana determinada por la U.S. Department of Transportation (2021), es una sustancia que comprende aluminio y sílice y formando cemento cuando se le añade agua. Similar a ello, al mezclarse con cal y agua, la ceniza llega a tener una composición similar al cemento Portland; esto hace que sea una materia prima adecuada para las mezclas de cemento, la cerámica y los bloques de concreto, así como para otros materiales de construcción, pudiendo aumentar la resistencia y favorecer la trabajabilidad

cuando se utiliza en las mezclas de concreto. Correspondiente a sus tipos, según la NT ASTM C618-08-2010, la ceniza se puede clasificar en tipo “F” y “C”. Las cenizas de tipo F están formadas por partículas recubiertas de una tipología de vidrio trabajado en horno, lo cual disminuye considerablemente el riesgo de hinchazón debido a la erosión, que puede producirse en suelos con fertilizantes o cerca de zonas que se desarrollan en la costa; asimismo, suele tener un bajo contenido en calcio y menos del 5% de carbono. La ceniza de clase C también es resistente a la hinchazón causada por productos químicos, sin embargo, tiene un mayor contenido de óxido de calcio y se utiliza más comúnmente en el concreto estructural; por lo tanto, es generalmente una ceniza de alto contenido de calcio con menos del 2% de contenido de carbono (Gomaa et al. 2019). Complementado a lo anterior, las cenizas de hoja de banano se pueden determinar por sus características fisicoquímicas y su dosificación en las mezclas de concreto, siendo esenciales para lograr los niveles deseados para los elementos estructurales (Khan et. al, 2022). Asimismo, concerniente a sus características fisicoquímicas, según los estudios de Zor et. al (2022), debe tenerse en cuenta los porcentajes de óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), hierro (Fe), calcio (Ca), óxido de hierro ( $Fe_3O_4$ ), sodio (Na), dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) y potasio (K). Correspondiente a la dosificación, es la proporción o graduación de la cantidad de materiales empleados para una mezcla en específico (Ayala et. al, 2022). En este caso, y analizando los antecedentes de estudios, se aplicaría la dosificación de 5%, 10% y 15% de ceniza + concreto. Por otra parte, según Ramos (2023), el comportamiento físico y mecánico de concreto de diseño  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; consiste en sus propiedades físicas como su temperatura en grados Celsius, asentamiento (Slump) y peso específico; y sus propiedades mecánicas, expresada en la resistencia tolerante a la compresión ( $\text{Kg/cm}^2$ ). El concreto de resistencia  $F'y = 210 \text{ Kg/cm}^2$  es el resultado de la mezcla de cemento Portland + arena (fina o gruesa) + grava + 20% de agua referente al volumen de los materiales, en una dosificación estándar de 1:2:3; el cual es usado para diferentes tipos de construcciones por considerarse una resistencia relativamente alta, por lo tanto, suele ser muy común su uso dentro de las edificaciones públicas o privadas (Mori, 2022). Referente a la conceptualización del cemento Portland, según Payne & Eftekhar (2023), es el tipo de cemento más usado por sus características obtenidas por un polvo de silicatos de calcio

finamente molidos, que, al mezclarse en una debida dosificación de agua, da como producto resultante una masa o pasta que, en contacto con el medio, fragua y se endurece, alcanzando la resistencia deseada en su diseño de proporción. Finalmente, uno de los conceptos mayormente usado para obtener pruebas o resultados en laboratorio son las probetas de concreto, las cuales, según Ampudia & Serpa (2019), son conceptualizadas con las muestras endurecidas de concreto, fraguadas en ambientes y tiempo controlado correspondiente a su diseño, que posteriormente serán puestas a prueba mediante ensayos de laboratorio, en donde se determina las características alcanzadas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**3.1.1. Tipo de investigación:** la presente tesis se desarrolló bajo una tipología aplicada (CONCYTEC, 2021), caracterizada por la aplicación de bases teóricas sobre la elaboración mezclas de concreto con incorporación de cenizas de hojas de banano, funcionando como aditivos cementantes, con la finalidad de dar origen a un material mejorado, ecológico, económico y sostenible; empleando los residuos de la actividad agrícola, y de esta forma, brindar una nueva alternativa de empleabilidad de dichos residuos orgánicos en la industria de la construcción.

**3.1.2. Diseño de investigación:** trabajado con un diseño aplicando la experimentación, realizando la manipulación de las variables de manera intencional con la finalidad de realizar la comprobación de hipótesis de estudio (Hadi et. al, 2023). Por lo tanto, se modificaron las propiedades naturales de un concreto especialmente diseñado para cumplir su función de ser utilizado en muros de edificaciones, adicionando los porcentajes de cenizas establecidos en diferentes cantidades (%) para encontrar el diseño óptimo, que cumpla con la normativa expuesta.

Asimismo, el estudio se llevó a cabo a un nivel experimental, conteniendo un solo grupo de estudio o control (Carrasco, 2019); por lo cual, el material proveniente fue de una sola fuente, por ejemplo: el cemento que se empleó se trabajó con una sola marca, las cenizas se obtuvieron de una determinada zona, y el agregado de una sola cantera, y de la misma manera con los demás materiales que intervienen en los grupos diseñados.

Finalmente, se trabajó mediante un enfoque cuantitativo, trabajando con datos numéricos específicos, con el objetivo de medir el fenómeno observable de manera exacta (Sánchez, 2019), en consecuencia, las variables de estudio poseen características cuantificables de acuerdo con cada unidad de medida expuesta en el cuadro de operacionalización de variables, las cuales fueron puestas a prueba.

### 3.2. Variables y operacionalización (ver Anexo N°02)

#### **Cenizas de hoja de banano** (Variable independiente).

**Definición conceptual:** según las investigaciones realizadas por Torres et. al (2023) y lo expuesto en el marco teórico expuesto, se dedujo que las cenizas de hoja de banano contienen propiedades fisicoquímicas determinadas, que empleadas en dosificaciones específicas, pueden ser empleadas para la elaboración de materiales de concreto por sus características cementantes.

**Definición operacional:** las propiedades fisicoquímicas y dosificación, dimensiones de la variable expuesta; fueron medidas mediante resultados de laboratorio y bases teóricas cuantificables, las cuales, fueron comparadas con el grupo post experimental.

**Indicadores:** la dimensión de propiedades fisicoquímicas tuvo los siguientes indicadores: óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), hierro (Fe), calcio (Ca), óxido de hierro ( $Fe_3O_4$ ), sodio (Na), dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) y potasio (K) (Zor et. al, 2022). Asimismo, para la dimensión de dosificación, se obtuvieron tres tipos de proporción según los antecedentes de estudio.

**Escala de medición:** de razón.

#### **Comportamiento físico, mecánico de concreto $F'c= 210kg/cm^2$** (Variable dependiente).

**Definición conceptual:** la presente variable se conceptualizó como un concreto diseñado para el cumplimiento de una propiedad mecánica específica resultante de una precisa dosificación de sus materiales; asimismo, dicha mezcla tiene propiedades físicas naturales que radican de cada uno de sus componentes, en relación a su entorno económico y del mercado (Mori, 2022).

**Definición operacional:** las dimensiones físicas, sobre la resistencia a la compresión y el marco económico; se cuantificaron, analizaron y compararon entre los grupos de experimentación, con datos obtenidos



en laboratorio, las cuales fueron pruebas o ensayos dentro de ambientes controlados para la presente investigación.

**Indicadores:** la dimensión física del concreto tuvo como indicadores el asentamiento, temperatura y el peso unitario (Ramos, 2023); las propiedades mecánicas fueron evaluadas referentes a la resistencia a la compresión alcanzada (Mori, 2022); y finalmente, el grado económico tuvo como indicador la diferencia porcentual de ahorro obtenido.

**Escala de medición:** de razón.

### **3.3. Población**

La población de la presente tesis se tomó en base al número de probetas empleadas en los diferentes antecedentes de estudio, es decir, en un rango de proporción en cantidad de muestras empleadas por los investigadores. Por lo tanto, fue una muestra no probabilística por conveniencia, donde se utilizó una población de 36 probetas de concreto en una proporción de 1:3 – grupo de control : grupo experimental; teniendo los siguientes criterios:

#### **Criterios de inclusión**

- Se incluyeron muestras con la dosificación establecida en la presente tesis.
- Se incluyeron muestras que cumplan con un debido proceso de fraguado en el tiempo establecido según norma E.070.
- Se incluyeron muestras que estén en buenas condiciones, sin presentar grietas, cangrejas, desprendimientos, etc.

#### **Criterios de exclusión**

- Se excluyeron las muestras que no cumplan con la dosificación establecida en la presente tesis.
- Se excluyeron las muestras que no cumplan con un debido proceso de fraguado en el tiempo establecido según norma E.070.

- Se excluyeron las muestras que no se encuentren en buenas condiciones, presentando grietas, cangrejas, desprendimientos, etc.

**Unidad de Análisis:** probetas de concreto (Ampudia & Serpa, 2019).

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

Correspondiente a la técnica empleada, se empleó el análisis de ensayos de laboratorio tras la experimentación, para lo cual se usaron instrumentos mecánicos para realizar trabajos dentro de un ambiente controlado, que es un laboratorio; por lo cual, la confiabilidad y validez de la información recopilada, ambas se sustentan en sus certificados de calibración (ver Anexo N°03) de resultados otorgados por la entidad donde se realizaron.

### **3.5. Procedimientos**

Referente a los pasos que se siguieron para alcanzar los resultados, se realizaron mediante los siguientes pasos: primero se recopiló información de campo de las canteras donde se extrajeron los materiales y cenizas de hojas de banano, las cuales fueron procesadas mediante la combustión en hornos y recolectadas en sacos plásticos debidamente codificados para su correspondiente almacenamiento; luego, se analizaron por especialistas en el laboratorio. En el caso de los materiales agregados fueron evaluados de acuerdo con las especificaciones técnicas, según los estudios de canteras en donde se obtuvieron.

Asimismo, el cemento se adquirió de tipo MS para proteger del salitre y humedad considerando que Piura tiene suelos en muchos de sus partes con altos niveles de ello. Por otra parte, para la elaboración de la mezcla de concreto se dosificaron las cantidades de los materiales que formaron parte de la mezcla, siendo el cemento, arena gruesa, piedra chancada, agua y las cenizas de acuerdo con cada porcentaje de diseño estipulado en el presente estudio; la cual, se vertió en moldes ajustados a las medidas convencionales empleadas en construcción, elaborado por autoría del investigador.

Finalmente, se realizó el rompimiento de probetas, método por el cual se determinó la resistencia a la compresión alcanzada por cada testigo de concreto, determinando la empleabilidad de la ceniza como elemento o material cementantes, dentro de los estándares establecidos según la normativa vigente; siendo redactados en manera de prosa en el siguiente capítulo.

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

El laboratorio donde se realizaron los análisis de las muestras obtenidas en campo y los resultados se expresaron mediante fichas de laboratorio, respecto a la caracterización de la ceniza como la parte que conforma la mezcla de concreto. A continuación, una vez hecho el bloque de concreto, se llevaron al laboratorio las muestras para realizar la evaluación respecto a la resistencia obtenida tanto los 7, 14, 28 días de curado. Por último, la información obtenida fue expuesta mediante tablas y gráficos de acuerdo con cada objetivo planteado al inicio de la investigación, discutiéndolos con la finalidad de aceptar o rechazar las respectivas hipótesis.

### **3.7. Aspectos éticos**

La ética presente durante la elaboración de la tesis, se caracterizó por el cumplimiento de los siguientes principios: los beneficios adquiridos por el desarrollo de la investigación se respaldaron en los párrafos anteriores concernientes a su justificación, sobresaliendo su potencia social y ambiental. Asimismo, la no maleficencia se propuso no perjudicar a la sociedad y su ambiente, debido que las cenizas empleadas en la experimentación se obtuvieron de la flora local y regional, evitando que se tenga un impacto negativo, la degradación, contaminación, depredación del banano.

Añadido a ello, el principio de autonomía y justicia está más aplicado cuando se trabaja con personas, ya que es aquí donde ellos deciden intervenir o no del estudio, sin embargo, en esta investigación no se trabajó con personas directamente; por lo contrario, se hizo uso de

fuentes confiables para recolectar información, mencionando la norma ISO 690 para citar y referenciar la información para evitar plagio e incentivar el espíritu y buenas costumbres científicas.

#### IV. RESULTADOS

Tras determinar los materiales a usar, y realizado el primer procedimiento, el cual fue determinar las propiedades de cada material empleado, se presentan los resultados obtenidos, teniendo lo siguiente:

**Tabla N° 1**

*Propiedades mecánicas resultantes de la experimentación.*

Diseño	Resultados de Laboratorio		
	F'c Promedio	F'c Estimada	Condición
Patrón	298.69 Kg/cm <sup>2</sup>	210.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/5% de Ceniza	232.14 Kg/cm <sup>2</sup>	210.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/10% de Ceniza	265.13 Kg/cm <sup>2</sup>	210.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/15% de Ceniza	231.33 Kg/cm <sup>2</sup>	210.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración Propia – Ensayos de laboratorio – Ver Anexo N°03.

De la tabla mostrada, se interpreta que el testigo patrón alcanzó una F'c superior a la estimada, superando hasta en un 142.23% el valor base y de control para las probetas experimentales; asimismo, el valor más bajo fue representado por la adición del 15% de ceniza en su dosificación estándar, sin embargo, alcanzó un 110.16% por encima de la resistencia la compresión esperada (ver Gráfico N°01); por lo tanto, todas cumplieron con lo establecido en la norma E.070.

**Tabla N° 2**

*Propiedades físicas del concreto – Temperatura.*

Diseños	Temperatura C°
Diseño patrón	28.7°
Diseño + 5% de ceniza de Hoja de plátano	27.8°
Diseño + 10% de ceniza de Hoja de plátano	28.4°
Diseño + 15% de ceniza de Hoja de plátano	29.7°

Fuente: Elaboración Propia – Ensayos de laboratorio – Ver Anexo N°03.

Se interpreta que la adición del 15% de ceniza de hoja de banano orgánico en la fabricación de concreto, alcanzó la mayor temperatura de todas las muestras, llegando hasta los 29.7° Celsius; por lo contrario, la presencia del 5% de dichas cenizas en la mezcla de concreto ocasionó que la temperatura tenga una diferencia menor a la superior en 1.9° Celsius (Ver Gráfico N°02), por lo cual, es la dosificación con menor temperatura en comparación.

**Tabla N° 3**

*Propiedades físicas del concreto – Asentamiento (Slump).*

<b>Diseños</b>	<b>Slump en Pulgadas</b>
Diseño patrón	3.0"
Diseño + 5% de ceniza de Hoja de plátano	3.5"
Diseño + 10% de ceniza de Hoja de plátano	3.3"
Diseño + 15% de ceniza de Hoja de plátano	2.8"

Fuente: Elaboración Propia – Ensayos de laboratorio – Ver Anexo N°03.

Correspondiente a la interpretación de la tabla anteriormente expuesta, se puede observar que el mayor asentamiento lo obtuvo la adición del 5% de cenizas de hoja de plátano, llegando a 3.5 pulgadas; contrastado con el menor asentamiento obtenido por la adición de 10% más, es decir el 15%, el cual alcanzó un asentamiento de 2.8" (Ver Gráfico N°03).

**Tabla N° 4**

*Propiedades físicas del concreto – Peso específico.*

<b>Diseños</b>	<b>Peso específico</b>
Diseño patrón	2339 kg/m <sup>3</sup>
Diseño + 5% de ceniza de Hoja de plátano	2310 kg/m <sup>3</sup>
Diseño + 10% de ceniza de Hoja de plátano	2280 kg/m <sup>3</sup>
Diseño + 15% de ceniza de Hoja de plátano	2251 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia – Ensayos de laboratorio – Ver Anexo N°03.

Se puede interpretar de la tabla anterior que el concreto patrón o estándar obtuvo el mayor peso específico, llegando a alcanzar los 2339 Kg/m<sup>3</sup>; asimismo, se pudo

observar una reducción de peso en 88 Kg/m<sup>3</sup> con la adición del 15% de cenizas de hoja de plátano, demostrando así que el concreto convencional es más pesado considerablemente en comparación con el elemento orgánico objeto de la experimentación de la presente investigación (Ver Gráfico N°04).

Añadido a ello, es oportuno recalcar que los resultados antes expresados desde la tabla N°01 a la tabla N°04, son correspondientes al objetivo principal de investigación, el cual fue planteado al principio de la investigación; por lo tanto, y al obtener valores que influyeron positivamente en el comportamiento físico mecánico del concreto F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>, tanto en el cumplimiento de la resistencia a la compresión según la norma técnica vigente, disminución de la temperatura en 1.9°C, menor asentamiento en 0.2" y notable reducción de peso específico, expresado la disminución de 88 Kg/m<sup>3</sup>; se aceptó la hipótesis general de estudio, ya que se demostró que la adición de cenizas de hoja de plátano influye de manera positiva en las características físico mecánicas del concreto de estudio.

Continuando con la presentación de los resultados, se procedió a exponer los datos obtenidos correspondiente al primer objetivo de investigación, teniendo en cuenta que la información recuperada de la temperatura, slump y peso específico de los diseños de concreto, fueron los mismos para este objetivo, es decir, las tablas N°02, N°03 y N°04 corresponden también para el cumplimiento del presente; por lo tanto, solo se analizaron los datos expuestos con anterioridad y teniendo en cuenta el rigor específico que este punto lo determina.

En tal sentido, y ya estudiado los resultados de influencia positiva de temperatura y slump, se evidencia que los valores de peso específico disminuyen conforme aumenta el porcentaje de ceniza de hoja de banano, lo que significa que el concreto se hace menos pesado conforme aumenta el elemento de estudio, siendo una características potencialmente buena, ya que el concreto con ceniza toma su potencialidad de trabajabilidad; en consecuencia, se aceptó la hipótesis específica planteada para el objetivo específico correspondiente a las características físicas del concreto F'c=210.00 Kg/cm<sup>2</sup>, por sus resultados positivos en los tres indicadores.

Seguido a ello, se presentan los resultados obtenidos concernientes a segundo objetivo específico de estudio, el cual corresponde a la resistencia a la comprensión alcanzada, teniendo los siguientes datos:

**Tabla N° 5**

*Propiedades mecánicas resultantes de la experimentación a los 7 días.*

Diseño	Resultados de Laboratorio		
	F'c Promedio	70% de la F'c	Condición
Patrón	196.49 Kg/cm <sup>2</sup>	147.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/5% de Ceniza	175.85 Kg/cm <sup>2</sup>	147.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/10% de Ceniza	196.99 Kg/cm <sup>2</sup>	147.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/15% de Ceniza	174.20 Kg/cm <sup>2</sup>	147.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración Propia – Ensayos de laboratorio – Ver Anexo N°03.

Se interpreta que, al romper las probetas a los 7 días de elaboradas, la adición del 10% de cenizas de hojas de plátano alcanzó rápidamente la mayor resistencia promedio entre las dosificaciones experimentales y el patrón, llegando a un F'c = 196.99 Kg/cm<sup>2</sup>; asimismo, la menor resistencia fue la adición del 15% de cenizas, teniendo una diferencia de 22.79 Kg/cm<sup>2</sup> con respecto a la mayor F'c (Ver Gráfico N°05); añadido a ello, se recalca que todas las muestras cumplen con los requisitos del 70% de la resistencia estimada según norma.

**Tabla N° 6**

*Propiedades mecánicas resultantes de la experimentación a los 14 días.*

Diseño	Resultados de Laboratorio		
	F'c Promedio	90% de la F'c	Condición
Patrón	248.17 Kg/cm <sup>2</sup>	189.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/5% de Ceniza	223.24 Kg/cm <sup>2</sup>	189.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/10% de Ceniza	238.45 Kg/cm <sup>2</sup>	189.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
C/15% de Ceniza	215.75 Kg/cm <sup>2</sup>	189.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple

Fuente: Elaboración Propia – Ensayos de laboratorio – Ver Anexo N°03.

De la tabla anterior, se interpreta que en los ensayos de rompimiento de probetas realizadas a los 14 días, arrojaron que el concreto patrón alcanzó la mayor



resistencia entre las muestras de experimentación, teniendo una  $F'c = 248.17$  Kg/cm<sup>2</sup>; asimismo, en una diferencia de 32.42 Kg/cm<sup>2</sup> se ubicó como menor resistencia la dosificación del 15% de ceniza en la mezcla de concreto; sin embargo, todas las muestras excedieron el 90% de resistencia estimada por norma (ver Gráfico N°06).

Por otra parte, la resistencia al 100% alcanzada a los 28 días de rotura ya se expuso en la tabla N°01 y el Gráfico N°01 en el presente capítulo, demostrando que todas las probetas de concreto, tanto los patrones como experimentales superaron la resistencia a la compresión de 210.00 Kg/cm<sup>2</sup>, dando como resultado una buena influencia hacia las mezclas de concreto empleando las cenizas de banano; por consiguiente, se acepta la hipótesis secundaria correspondiente al segundo objetivo específico.

Finalmente, analizados los porcentajes de participación de la ceniza y el cemento portland tipo MS Pacasmayo, se procedió a analizar los niveles de ahorro en soles que representa la utilización de la ceniza en la mezcla de concreto, el cual será en base a los valores del cemento y ceniza correspondientes a la realidad y mercado actual; por lo tanto, se obtuvo la siguiente información:

**Tabla N° 7**

*Ahorro por m<sup>3</sup> de elaboración de concreto con adición de ceniza.*

<b>Diseño</b>	<b># Bolsas de cemento</b>	<b>Valor S/. por bolsa de cemento</b>	<b>CT/m<sup>3</sup></b>	<b>Ahorro en S/. /m<sup>3</sup></b>	<b>% De ahorro /m<sup>3</sup></b>
Patrón	8.82	S/.32.80	S/. 289.41	S/.00.00	0.00%
C/5% de Ceniza	8.38	S/.32.80	S/. 274.94	S/. 14.47	5.00%
C/10% de Ceniza	7.94	S/.32.80	S/. 260.47	S/. 28.94	10.00%
C/15% de Ceniza	7.50	S/.32.80	S/. 246.00	S/. 43.41	15.00%

Fuente: Elaboración Propia – Ensayos de laboratorio – Ver Anexo N°03.

De la tabla anterior, se puede interpretar que se pueden ahorrar hasta S/. 43.41 por m<sup>3</sup>, proporcional a cada porcentaje de adición de ceniza de hoja de plátano.

Asimismo, se demuestra que dicha adición es un costo significativo y con alto potencial, influyendo de manera positiva en la economía de la fabricación de concreto 210.00 Kg/cm<sup>2</sup>, aceptando la última hipótesis planteada.

## V. DISCUSIÓN

Consecuentemente de los resultados obtenidos a través de la experimentación en laboratorio, y debidamente expuestos en el capítulo anterior, se procedió a discutirlos respetando el orden y jerarquía de los objetivos de investigación planteados, redactando así de manera ordenada, oportuna y precisa; logrando un mejor manejo de la información. Por lo tanto, se procedió a discutir el objetivo principal, teniendo la siguiente información:

Se obtuvieron resultados favorables al mejoramiento de las propiedades físico, mecánico de un concreto diseñado para soportar una resistencia de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la adición de cenizas de hojas de plátano en dosificaciones de 5, 10 y 15 por ciento, los cuales sustituyeron al cemento portland MS anti salitre en dichas proporciones en la mezcla de concreto. Asimismo, el concreto patrón obtuvo con notable diferencia una mejor resistencia a la compresión ( $298.69 \text{ Kg/cm}^2$ ) y, por lo tanto, soportó una mayor aplicación de fuerza durante los ensayos de laboratorio, adjuntos en los anexos y expuestos con anterioridad, pero siendo mucho más pesado que las muestras experimentales. Sin embargo, el potencial de la empleabilidad de dichos restos orgánicos resultantes de la combustión de hojas de banano, radica en el cumplimiento de la norma técnica, en el ahorro económico y la reutilización de materiales residuales.

Dichas características ya han sido demostradas por las investigaciones realizadas por Castillo, Mora & Pardo (2018), Demera y Romero (2018), García (2018), Ccopa (2019), Santivañez (2021), Núñez (2018), Cienfuegos & Garces (2021), Pacherez & Panta (2021), Ashish et. al (2018), y Lustosa & Magalhaes (2019); en donde se aplicaron distintos tipos de cenizas obtenidas por la industria de la agricultura, obteniendo resultados favorables para su aplicación y uso; por lo cual, la presente tesis, corroboró dichas investigaciones empleadas como antecedentes de estudio.

Asimismo, la información recopilada cumple con la norma técnica internacional ASTM C618-08-2010, deduciendo que el tipo de ceniza empleada se pudo determinar como una categoría C (ver anexo N°03), relacionando la composición y análisis de la misma a través de ensayos de laboratorio, con lo señalado en la teoría

de Gomaa et al. (2019), considerando el cumplimiento de proporciones y valores de composición del agregado para su empleabilidad.

Añadido a ello, dentro del entorno normativo peruano correspondiente al diseño de concreto, fue evaluado con lo predispuesto en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la NT-E.070-RNE; donde se pudo contrastar el cumplimiento de todos los valores obtenidos tras la aplicación de ceniza y el concreto patrón, determinando así su empleabilidad y factibilidad del componente usado en reemplazo proporcional del cemento. Continuando con la discusión de los resultados, a continuación, se tomaron los resultados del comportamiento físico del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , resaltando que la adición de ceniza fue favorable entorno a su asentamiento con diferencia de Slump = 2" menos en la adición del 15% de ceniza; en su temperatura, la cual llegó a aumentar hasta en  $1.9^\circ\text{C}$  con el 15% de ceniza; y su peso específico que disminuyó considerablemente con la adición de cenizas de hoja de banano.

De ello, se puede determinar que la metodología diseñada en base a las teorías de Ramos (2023), las cuales fueron empleadas para determinar si la adición de cenizas de plátano influye o no dentro de las mezclas de concreto de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , brindan resultados puntuales correspondientes al comportamiento físico del mismo, teniendo en cuenta tres indicadores precisos de dichos datos, los cuales, deben ser demostrados numéricamente y por experimentación, realizando ensayos de laboratorio.

Por otra parte, si observamos la variación de datos entre los tres indicadores físicos argumentados anteriormente, se pudo describir lo siguiente: en primer lugar, el Slump del concreto experimental con el de control no tuvo una variación alta, considerando que solo fue de 2" en la dosificación del 15% de ceniza que, a simple vista, se podría decir que es un concreto un tanto mas liquido pero con características cementantes que cumplen con los requerimientos que debe tener un concreto de diseño  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  según Mori (2022); si lo analizamos desde el punto de vista de su manejo y aplicación, esta diferencia podría ser muy útil al momento de la ejecución de obras, teniendo un impacto positivo en la reducción de cangrejeras u otros problemas que se pueden presentar a la hora del vaciado de concreto.

En segundo lugar, respecto a la temperatura se pudo observar que al agregar un porcentaje mínimo (5%) de cenizas, la emisión de calor disminuyó en comparación con la muestra base, sin embargo, conforme se analizó cada muestra de concreto con mayor participación de las cenizas en mezcla, la temperatura aumentó gradualmente; esto puede deberse a la composición fisicoquímica del elemento de estudio, determinada por la conceptualización realizada por Zor et. al (2022); sin embargo, estas variables o especificar que elemento químico es el responsable de esta variación de temperatura no se ha podido determinar en la presente tesis. Finalmente, en tercer lugar, referente al peso unitario o peso específico durante el proceso de experimentación, y a pesar que todas las muestras cumplieron con la normativa, es notoria la diferencia entre las que contenían dosificaciones de ceniza y la muestra tradicional, llegando a diferenciarse hasta en 88.00 Kg/m<sup>3</sup>, demostrando que adicionar cenizas disminuye considerablemente su peso, siendo cuestionable el origen o fundamento de este fenómeno, ya que comparado a los resultados de características mecánicas las ha cumplido a cabalidad.

Por otra parte, continuando con las características o comportamiento mecánico del concreto, expresado por su resistencia a la compresión, los resultados favorables obtenidos a través de la rotura de los testigos de concreto en laboratorio, corroboran que la metodología empleada en la presente tesis y en los antecedentes de estudio es la única indicada que logra de manera específica determinar el cumplimiento de dichos estándares establecidos por norma. Asimismo, a diferencia de las tesis realizadas por Demera y Romero (2018) y Núñez (2018), en donde se determinó un aumento considerable (hasta en un 25%) a la resistencia estimada del concreto y probetas base, la presente tesis a corroborado datos obtenidos por los antecedentes restantes expuestos en el marco teórico, en donde, se determinó el cumplimiento de la resistencia a la compresión, pero sin superar al concreto estándar, donde fue superior en todos los aspectos.

En el presente caso, se puede deducir que dicha variación comprende a un elemento base empleado para la fabricación del concreto, es decir el cemento, el cual según Payne & Eftekhar (2023) es el esencial para formar la masa del concreto; entonces al sustituirlo, las cenizas deben tener características similares, las cuales ya han sido estudiadas por Khan et. al (2022); sin embargo,

no se ha podido determinar en que dosificación las cenizas de hojas de plátano se puede lograr superar o no las muestras bases empleando el cemento en participación del 100% en la mezcla. Por lo cual, la presente investigación ya determinó a influencia positiva de las cenizas de hojas de plátano en el comportamiento del concreto, dejando campo científico para futuras investigaciones en donde sea el objetivo lograr una mezcla de concreto superior a la estándar.

Finalmente, se discutió sobre el último aspecto correspondiente al último objetivo de estudio, siendo el marco económico y su ahorro por la sustitución proporcional de cemento en la mezcla, logrando ahorrar hasta S/. 43.41 por m<sup>3</sup> (dosificación al 15% de ceniza), valor estimado al mes de noviembre del año 2023, dependiendo del valor del cemento en el mercado nacional o internacional, para la ejecución de obras públicas o privadas.

Añadido a ello, se corroboró el estudio de Santivañez (2021), donde se demostró un ahorro significativo por aplicación de cenizas de cascarilla de arroz y conchas de abanico; sin embargo, la diferencia en ahorro presentada por la ceniza de hojas de plátano es significativamente mayor, demostrando el gran potencial de este tipo de ceniza. Por otra parte, el ahorro depende de la proporción empleada, y si se relaciona con el párrafo anterior en donde se expresa la idea de encontrar la dosificación que supere a las muestras estándar, influirá directamente en el porcentaje de ahorro del mismo, por lo cual, deberá ser tomado dentro de las investigaciones llevadas a cabo dentro de ese aspecto y entorno.

Por último y para concluir el presente capítulo, si bien es cierto que se pueden emplear distintos tipos de cenizas, como los presentados en las tesis empleadas como antecedentes; las cenizas de hoja de plantas de banano tienen un alto potencial en la industria de la construcción y reutilización de residuos sólidos, radicando en los valores previamente expuestos y discutidos, y si analizamos el entorno donde se desarrolló la investigación, se recalca que Sullana es una de las poblaciones con mayor concentración de actividad agrícola, por lo cual, se tendría de materia prima suficiente para impulsar el desarrollo de la presente iniciativa.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 6.1. Se concluyó que, la adición de cenizas de hojas de banano influye de manera positiva en las propiedades físico y mecánicas de un concreto de diseño  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , alcanzado datos de asentamiento, temperatura, peso específico, resistencia a la compresión que cumplen con la normativa vigente y con potencial de ahorro económico.
- 6.2. Se concluyó que, la adición de cenizas de hojas de banano influye de manera positiva en el comportamiento físico de un concreto de diseño  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ; obteniendo un Slump por debajo del estándar con características similares, lo cual lo representa como un concreto más trabajable; asimismo, el nivel de temperatura aumento solo en  $1.9^\circ\text{C}$  en la dosificación de 15% de ceniza; y finalmente existe una diferencia de  $88.00 \text{ Kg/m}^3$  de peso aplicado específico entre el concreto convencional y el experimental, haciendo a este último mas liviano conforme aumentó la dosificación de ceniza.
- 6.3. Se concluyó que, la adición de cenizas de hojas de banano influye de manera positiva en el comportamiento mecánico de un concreto de diseño  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ; llegando a obtener una resistencia a la compresión hasta en 142.23% del establecido.
- 6.4. Se concluyó que, la adición de cenizas de hojas de banano tiene un impacto positivo en el aspecto económico de un concreto de diseño  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , llegando a ahorrar hasta S/. 43.41 por  $\text{m}^3$  en la dosificación del 15% de ceniza en mezcla.

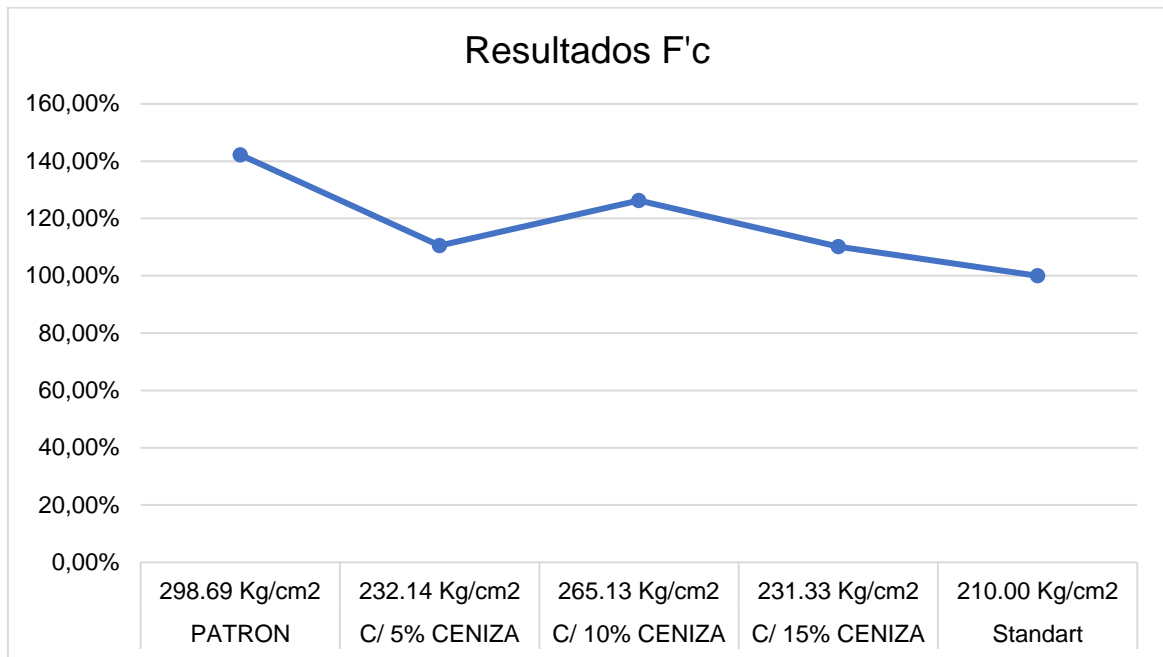
## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1. Se recomienda a la comunidad de la industria de la construcción, emplear las cenizas de hojas de banano en las dosificaciones expuestas en la presente tesis, para la elaboración de concreto de resistencia  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , por los potenciales que esta demanda.
- 7.2. Se recomienda a la comunidad científica, realizar investigaciones respecto al impacto que el concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición proporcional de cenizas de hojas de plátano tendría en la calidad de los elementos de concreto; asimismo, determinar las causales del aumento de temperatura del concreto por la adición de dicho elemento.
- 7.3. Se recomienda a la comunidad científica, determinar la dosificación exacta de cenizas de hojas de plátano para superar los datos en resistencia a la compresión y peso aplicado en el concreto estándar  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- 7.4. Se recomienda a las entidades que manejan datos estadísticos de los valores unitarios de materiales y procesos de obra, ampliar su data y complementar con la información del concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de ceniza, para que de esta manera, resulte mas preciso determinar el costo unitario por  $\text{m}^3$  de concreto.
- 7.5. Se recomienda a la comunidad de la industria de la agricultura, facilitar el material obtenido por la combustión de hojas de banano, para ampliar las investigaciones y aplicaciones de la misma dentro de los diseños de concreto.



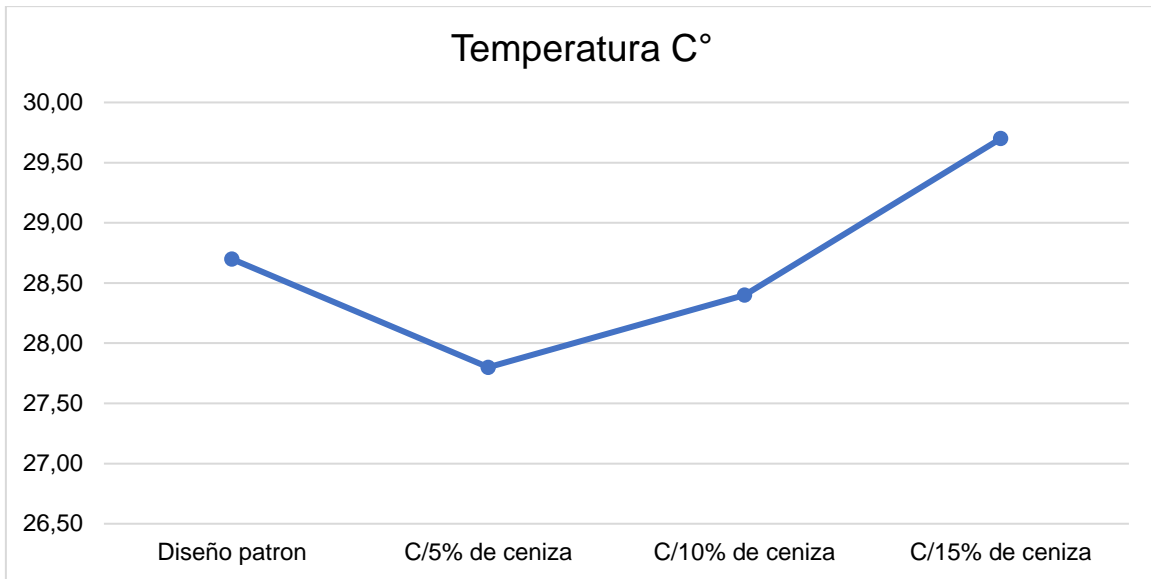
## GRÁFICOS

Gráfico de resultados de las propiedades mecánicas del concreto



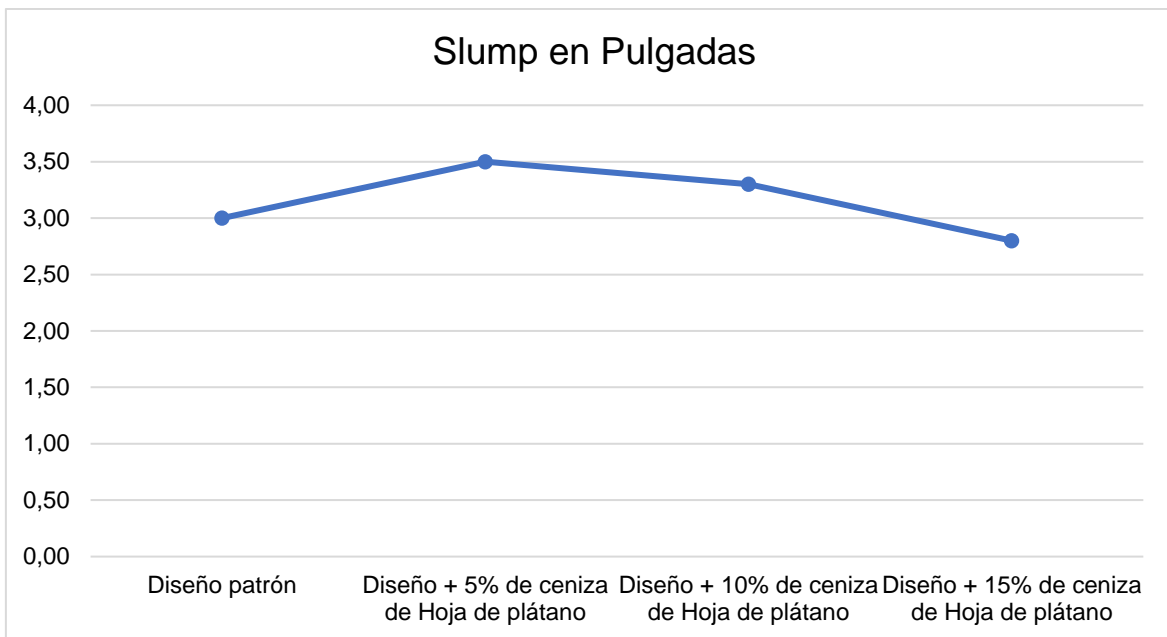
**Gráfico N° 1** Propiedades mecánicas alcanzadas por el concreto en fase de experimentación.  
Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.

Gráfico de resultados de las propiedades físicas del concreto - Temperatura



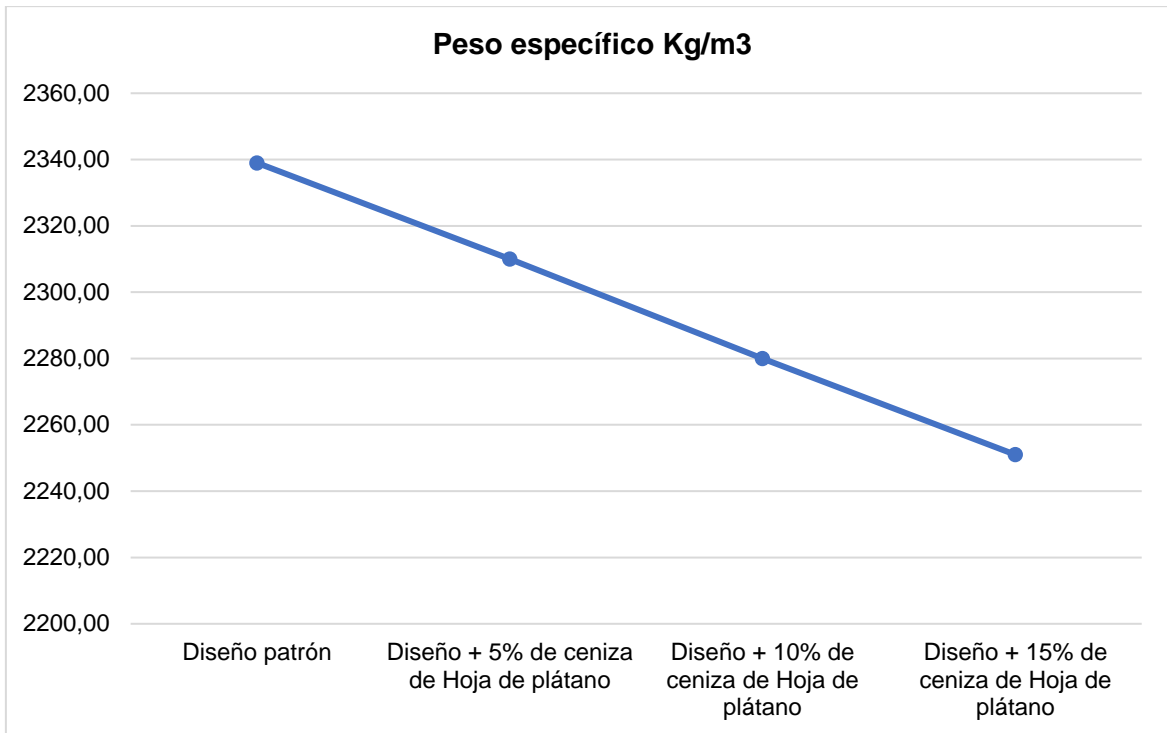
**Gráfico N° 2.** *Propiedades físicas (temperatura) alcanzadas por el concreto en fase de experimentación. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.*

**Gráfico de resultados de las propiedades físicas del concreto - Asentamiento**



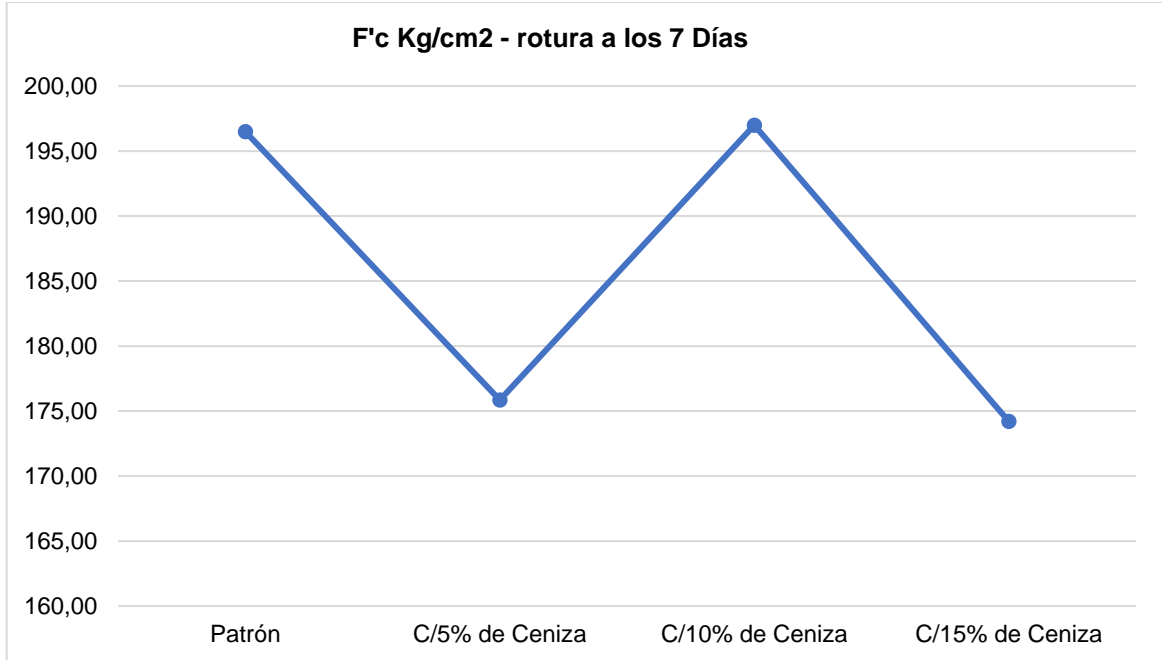
**Gráfico N° 3.** *Propiedades físicas (asentamiento) alcanzadas por el concreto en fase de experimentación. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.*

**Gráfico de resultados de las propiedades físicas del concreto – Peso específico**



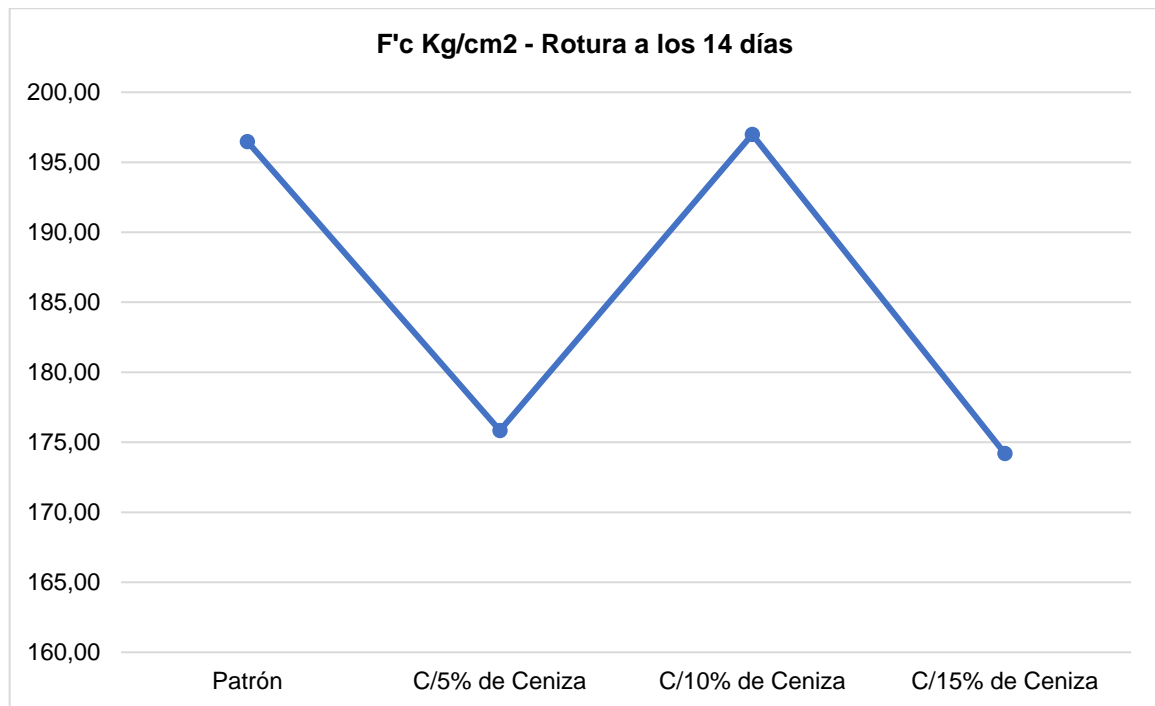
**Gráfico N° 4.** Propiedades físicas (peso específico) alcanzadas por el concreto en fase de experimentación. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.

**Gráfico de resultados de las propiedades mecánicas del concreto – Rotura a los 7 días**



**Gráfico N° 5.** Propiedades mecánicas alcanzadas por el concreto en fase de experimentación – Rotura a los 7 días. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.

**Gráfico de resultados de las propiedades mecánicas del concreto – Rotura a los 14 días**



**Gráfico N° 6.** *Propiedades mecánicas alcanzadas por el concreto en fase de experimentación – Rotura a los 14 días. Elaboración propia tras ensayos de laboratorio.*

## REFERENCIAS

- Ashish, D.K., Verma, S.K., Singh, J. y Sharma, N., Strength and durability characteristics of bricks made using coal bottom and coal fly ash. *Advances in concrete construction* [en línea], vol. 6, no. 4, pp. 407–422. 2018. Disponible en: <http://koreascience.or.kr/article/JAKO201827041052050.page>.
- Aizpurua, L., Moreno, G., & Caballero, K. (2018). Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. *Revista de I + D Tecnológico*, 14(2), 29–37. <https://doi.org/10.33412/idt.v14.2.2071>.
- Ampudia Tovar, A. E. A., & Serpa Pinillos, M. A. (2019). Desarrollo, construcción e implementación de un cuarto húmedo para el curado de probetas de concreto. <https://doi.org/10.19083/tesis/625497>.
- Ayala, J., Ahumada, E., Cornejo, R., & Muñoz, S. (2022). Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria. *Revista Tecno Lógicas*, 25(53), 1–19. <https://doi.org/10.22430/22565337.2080>.
- Castillo, C., Mora, J. y Pardo, K., Evaluación del Comportamiento Físico y Mecánico de Bloques de Arcilla Macizos con Adición de Ceniza Volante [en línea]. S.I.: Universidad la Gran Colombia. 2018. Disponible en: [https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5323/Evaluación\\_comportamiento\\_bloques\\_arcilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5323/Evaluación_comportamiento_bloques_arcilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Carrasco, S., 2019. Metodología de la investigación científica. 3ra. Lima: s.n.
- Ccopa, R., Estudio técnico económico de la fabricación de bloques de concreto incorporando ceniza de cáscara de arroz [en línea]. S.I.: Universidad Tecnológica del Perú. 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2461>.
- CONCYTEC, 2021. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - Reglamento RENACYT [en línea]. 2021. S.I.: s.n. Disponible

en: <http://resoluciones.concytec.gob.pe/subidos/sintesis/RP-090-2021-CONCYTEC-P.pdf>

Cienfuegos Córdova, M. I., & Garces Romero, H. S. (2021). Análisis de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo ceniza de caña de azúcar, Piura 2021 [Universidad César Vallejo]. In Repositorio Institucional - UCV; Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85886>.

Demera, S. y Romero, B., Evaluación del uso de los residuos de cascarilla de arroz (oryza sativa L.) Como agregado en bloques para la construcción [en línea]. S.I.: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabi. 2018. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/807/1/TTMA5.pdf>.

Floreano Carreño, Willy Wilfredo. 2020. "Utilización de Residuo de Construcción y Demolición Para El Diseño de Concreto Simple Empleado Para Cimientos de Una Vivienda Piura, 2019." Repositorio Institucional - UCV ; Universidad César Vallejo. Peru, South America: Universidad César Vallejo. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.626FD5BA&lang=es&site=eds-live>.

Garcia, H., Evaluación de la ceniza volante como aditivo y/o sustituto porcentual del cemento portland, en la fabricación de blocks (vibro-compactados) [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO. 2018. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2455>.

Gomaa, E., Gheni, A.A., Kashosi, C. y Elgawady, M.A., Bond strength of eco-friendly class C fly ash-based thermally cured alkali-activated concrete to portland cement concrete. Journal of Cleaner Production [en línea], vol. 235, pp. 404–416. 2019. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.06.268. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652619322334>.

- Hadi, M., Universidad Peruana Los Andes, Martel, C., Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huayta, F., Universidad Nacional de Huancavelica, Rojas, R., Arias, J., & University of British Columbia. (2023). Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. Disponible en: <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/82>.
- Huaquisto, S. y Belizario, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research* [en línea], vol. 20, no. 2, pp. 255–234. 2018. ISSN 23068582. DOI 10.18271/ria.2018.366. Disponible en: <https://huajsapata.unap.edu.pe/index.php/ria/article/view/48>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2022). consumo interno de cemento creció 2,25% en abril de 2022 [en línea]. 2022. S.l.: s.n. Disponible en: <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-093-2022-inei.pdf>.
- Khan, K., Ahmad, A., Amin, M. N., Ahmad, W., Nazar, S., & Arab, A. M. A. (2022). Comparative Study of Experimental and Modeling of Fly Ash-Based Concrete. *Materials* (1996-1944), 15(11), 3762. <https://doi.org/10.3390/ma15113762>.
- Li, J., Yang, L., He, L., Guo, R., Li, X., Chen, Y., Muhammad, Y., & Liu, Y. (2022). Research progresses of fibers in asphalt and cement materials: A review. *Journal of Road Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2022.09.002>.
- Lustoso, P. y Magalhaes, M., Influence of fly ash on the compressive Strength and Young's Modulus of Concrete. *International conference on bio-based building Materials*, vol. 37, no. 2, pp. 107–111. 2019. [https://www.researchgate.net/publication/334733286\\_INFLUENCE\\_OF\\_FLY\\_ASH\\_ON\\_THE\\_COMPRESSIVE\\_STRENGTH\\_AND\\_YOUNG'S\\_MODULUS\\_OF\\_CONCRETE](https://www.researchgate.net/publication/334733286_INFLUENCE_OF_FLY_ASH_ON_THE_COMPRESSIVE_STRENGTH_AND_YOUNG'S_MODULUS_OF_CONCRETE).
- Mohamad, N., Muthusamy, K., Embong, R., Kusbiantoro, A. y Hashim, M., (2022). Environmental impact of cement production and Solutions: A review.

Materials Today: Proceedings [en línea], vol. 48, pp. 741–746. 2022. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2021.02.212. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214785321012943>.

Mori Papuico, J. C. (2022). Variación de la Gradiente Térmica en el Mezclado y sus Efectos en las Propiedades Reológicas de un Concreto  $F'_{C}=210$  Kg/cm<sup>2</sup> [Universidad Peruana Los Andes]. In Universidad Peruana Los Andes; Repositorio institucional - UPLA. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/4941>.

Núñez, M., Mejoramiento de la resistencia a la compresión del bloque de concreto incorporando ceniza de arroz y cachaza. Chiclayo 2018 [en línea]. S.I.: Universidad Cesar Vallejo. 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27511>.

Olsson, J., Alexander, M., & Miller, S. (2023). Near-term pathways for decarbonizing global concrete production. *Nature Communications*, 1. Available in: <https://escholarship.org/uc/item/7736k0g9>.

Pacherrez Reyes, J. A., & Panta Periche, J. (2022). Incorporación de ceniza de cascara de arroz y frijol para mejorar propiedades de bloques de concreto para viviendas sullana -2021 [Universidad César Vallejo]. In Repositorio Institucional - UCV; Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104605>.

Payne-Dearberg, J., & Eftekhar, B. (2023). The potential of portland cement for use in spinal surgery – Literature review. *Interdisciplinary Neurosurgery: Advanced Techniques and Case Management*, 34. <https://doi.org/10.1016/j.inat.2023.101855>.

Pol Segura, I., Ranjbar, N., Juul Damø, A., Skaarup Jensen, L., Canut, M., & Arendt Jensen, P. (2023). A review: Alkali-activated cement and concrete production technologies available in the industry. *Heliyon*, 9(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15718>.

Ramos Quispe, R. A. (2023). Influencia de la sustitución de agregado fino por poliestireno expandido en el comportamiento físico-mecánico del concreto



$f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Ilo, 2022 [Universidad César Vallejo]. In Repositorio Institucional - UCV; Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/109131>.

Santivañez, I., Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, Lima 2021 [en línea]. S.l.: Universidad Privada del Norte. 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/27701>.

Torres Jaramillo, L. A., Centanaro Quiroz, P. H., Raffo Folleco, L. A., & Nava Luzardo, J. C. (2023). Factores Limitantes del Desarrollo Agroecológico en el Cultivo de Banano (Musa AAA), Provincia del Guayas, Ecuador. Revista Técnica, 46. <https://doi.org/10.22209/rt.v46a01>.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2021. Fly Ash Facts for Highway Engineers [en línea]. 2021. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/fafacts.pdf>.

Vargas Bustamante, M. (2022). Contaminación Por Parte De La Industria De La Construcción. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6268631>.

Zor, M., Sengul, M., Karakütük, İ. A., & Odunkiran, A. (2022). Changes caused by different cooking methods in some physicochemical properties, antioxidant activity, and mineral composition of various vegetables. Journal of Food Processing & Preservation, 46(11), 1–12. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16960>.

## ANEXOS

### ANEXO N°01: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
<b>General:</b>	<b>General:</b>	<b>General:</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	Cenizas de hojas de banano	Propiedades fisicoquímicas	% SiO <sub>2</sub>	Ensayo de laboratorio
¿De qué manera influirá la adición de cenizas de las hojas de banano, en el mejoramiento de las propiedades físico, mecánico de un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> , Sullana – 2023?	Analizar si la adición de las cenizas de hojas de banano, en un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> , mejora su comportamiento de las propiedades físico, mecánico, Sullana – 2023	La adición de las cenizas de hojas de banano, en un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> , influye su comportamiento de las propiedades físico, mecánico, Sullana – 2023				% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
						% Fe	
						% Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	
			% Ca				
			% Na				
			% K				
¿De qué manera influirá la adición de cenizas de las hojas de banano, en el mejoramiento físico de un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> , Sullana – 2023?	Determinar si la adición de cenizas de hojas de banano, en un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> mejora su comportamiento físico, Sullana – 2023	En un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> influye su comportamiento mecánico, Sullana – 2023	<b>DEPENDIENTE</b>	Comportamiento físico, mecánico de concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	Dosificación	5% de cenizas + concreto	Ficha de observación de dosificación
						10% de cenizas + concreto	
						15% de cenizas + concreto	
¿De qué manera influirá la adición de cenizas de las hojas de banano, en el mejoramiento mecánico, de un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> , Sullana – 2023?	Determinar si la adición de cenizas de hojas de banano, en un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> mejora su comportamiento mecánico, Sullana – 2023	La adición de cenizas de hojas de banano, en un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> influye su comportamiento físico, Sullana – 2023	<b>DEPENDIENTE</b>	Comportamiento físico, mecánico de concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades Físicas	Asentamiento	Ensayo de laboratorio
						Temperatura	Ensayo de laboratorio
						Peso unitario	Ensayo de laboratorio
¿De qué manera influirá la adición de cenizas de las hojas de banano, en el impacto económico de un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> , Sullana – 2023?	Determinar si la adición de cenizas de hojas de banano, en un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> mejora el impacto económico, Sullana – 2023.	La adición de cenizas de hojas de banano, en un concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup> influye en el impacto económico, Sullana – 2023.	<b>DEPENDIENTE</b>	Comportamiento físico, mecánico de concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo de laboratorio
					Economía	Variación económica	Ficha de observación de variación económica

**ANEXO N°02: Matriz de operacionalización de variables.**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala de medicion	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Cenizas de hoja de banano	Según las investigaciones realizadas por Torres et. al (2023) y lo expuesto en el marco teórico expuesto, se dedujo que las cenizas de hoja de banano contienen propiedades fisicoquímicas determinadas, que empleadas en dosificaciones específicas, pueden ser empleadas para la elaboración de materiales de concreto por sus características cementantes.	Las propiedades fisicoquímicas y dosificación, dimensiones de la variable expuesta; fueron medidas mediante resultados de laboratorio y bases teóricas cuantificables, las cuales, fueron comparadas con el grupo post experimental.	Propiedades fisicoquímicas	% SiO <sub>2</sub>	Razón	Ensayo de laboratorio	Tipo de Investigación: Aplicada.  Nivel de Investigación: Pre-experimental  Diseño de Investigación: Experimental:  Enfoque: Cuantitativo.  Población: 36 probetas  Muestreo: No Probabilístico por conveniencia.  Técnica: Observación.
				% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
				% Fe			
				% Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>			
				%Ca			
				% Na			
%K							
Dosificación	5% de cenizas + concreto	Razón	Ficha de observación de dosificación	10% de cenizas + concreto			
				15% de cenizas + concreto			
Comportamiento físico, mecánico de concreto f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	Se conceptualizó como un concreto diseñado para el cumplimiento de una propiedad mecánica específica resultante de una precisa dosificación de sus materiales; asimismo, dicha mezcla tiene propiedades físicas naturales que radican de cada uno de sus componentes, en relación a su entorno económico y del mercado (Mori, 2022).	Las dimensiones físicas, sobre la resistencia a la compresión y el marco económico; se cuantificaron, analizaron y compararon entre los grupos de experimentación, con datos obtenidos en laboratorio, las cuales fueron pruebas o ensayos dentro de ambientes controlados para la presente investigación.	Propiedades Físicas	Asentamiento	Razón	Ensayo de laboratorio	Instrumento de recolección de datos: - Fichas de observación. - Ensayos de laboratorio.
				Temperatura		Ensayo de laboratorio	
				Peso unitario		Ensayo de laboratorio	
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		Ensayo de laboratorio	
				Economía		Variación económica	

# ANEXO N°03: Resultados de laboratorio.



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos

Tel: 073-601000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro  
Dirección: Calle Arequipa N° 209 - Bellavista - Sullana - Piura  
Email: geopav\_mcastro@hotmail.com / junior\_castro@hotmail.com / consultgeopav@gmail.com



Indecopi  
CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013388-2021 / DSD

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : Adición de cenizas de hojas de banana, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Sullana - 2023

MATERIAL : Arena zarandeada M-1

FECHA : Set-23

HECHO POR : J.C.C.

CANTERA : Puente los Serranos

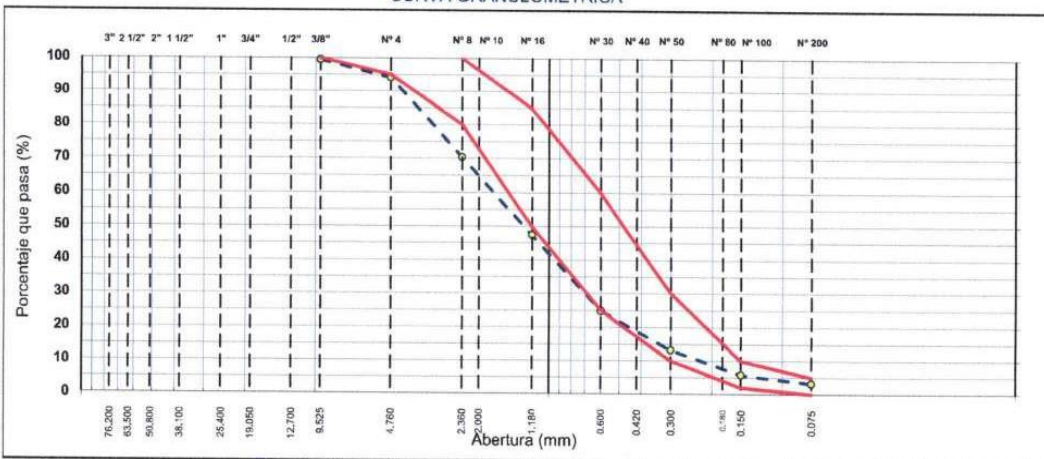
HECHO POR : J.C.C.

SOLICITA : Br. Moises Ysmael Sanchez Cumbicus

muestra : 1

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
7"	177.800						PESO TOTAL	=	484.4	gr			
6"	152.400						PESO LAVADO	=	469.0	gr			
5"	127.000						PESO FINO	=	455.8	gr			
4"	101.600						% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad		
3"	76.200							500.0	492.0		1.6%		
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado		200%		
2"	50.800							484.4	469.0		3.18		
1 1/2"	38.100						% Grava	=	5.9	%			
1"	25.400						% Arena	=	90.9	%			
3/4"	19.050						% Fino	=	3.2	%			
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA	=	3.45	%			
3/8"	9.525	2.9	0.6	0.6	99.4	100	EQUIV. DE ARENA	=	82.0	%			
# 4	4.760	25.7	5.3	5.9	94.1	95 - 100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:						
# 8	2.360	114.6	23.7	29.6	70.4	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 16	1.180	111.5	23.0	52.6	47.4	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 30	0.600	109.7	22.6	75.2	24.8	25 - 60	Absorción	=		%			
# 40	0.420												
# 50	0.300	56.1	11.6	86.8	13.2	10 - 30	OBSERVACIONES:						
# 80	0.180												
# 100	0.150	36.1	7.5	94.3	5.7	2 - 10							
# 200	0.075	12.4	2.6	96.8	3.2	0 - 5							
< # 200	FONDO	15.4	3.2	100.0									
FINO		455.8											
TOTAL		484.4											

CURVA GRANULOMÉTRICA



MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SENCICO CODIGO  
CONSULTGEOPAV SAC  
PI 15 10 33



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV SAC Reg. CIP N° 88077



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto f'c=210kg/cm2, Sullana - 2023	N° REGISTRO	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: M.C.G.
CALICATA	:	ING° RESP.	: R.C.A.
MUESTRA	:	FECHA	: Set-23
PROFUND.	: -	HECHO POR	: J.C.C.
CANTERA	: Puente los Serranos	DEL KM	: -
UBICACIÓN	: Br. Moises Ysmael Sanchez Cumbicus	AL KM	: -
		CARRIL	: 1

DATOS DE LA MUESTRA

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)			
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)			
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm <sup>3</sup> )			
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)			
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm <sup>3</sup> )			PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C			
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C			
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E			
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )			


GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	150.0	150.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	340.1	340.5	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	490.1	490.5	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	432.8	433	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	57.3	57.5	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	148.1	148	
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	55.4	55.5	PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.585	2.574	2.579
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.618	2.609	2.613
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.673	2.667	2.670
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.28	1.35	1.32

OBSERVACIONES:

  
**MANUEL CASTRO GALLO**  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SENCICO CODIGO  
P1 05 10 33  
CONSULTGEOPAV SAC



  
**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077



# CONSULTGEOPAV SAC

RUC: 20602407021

Sistema Integral

de Geotecnia

Suelos y Pavimentos

Tel: 073-601000 Cel: 979199722 Movistar - Cel: 986279811 Claro  
Dirección: Calle Arequipa N° 308 - Bellavista - Sullana - Piura

Email: [geopav\\_mcastro@hotmail.com](mailto:geopav_mcastro@hotmail.com) / [junior\\_castro@hotmail.com](mailto:junior_castro@hotmail.com) / [consultgeopav@gmail.com](mailto:consultgeopav@gmail.com)

Indecopi  
CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / OSO



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

OBRA	: Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Sullana - 2023	N° REGISTRO	:
MATERIAL	: DEL DISTRITO DE AMOTAPE PAITA PIURA	TÉCNICO	: J.C.C.
MUESTRA	: 0	ING° RESP.	:
CANTERA	: Puente los Serranos	FECHA	: Set-23
UBICACIÓN	: Br. Moises Ysmael Sanchez Cumbicus	HECHO POR	: J.C.C.
		HORA	:

### AGREGADO FINO PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9405	9355	9388	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3125	3075	3108	
Volumen	( $\text{cm}^3$ )	2114	2114	2114	
Peso unitario suelto	( $\text{kg/m}^3$ )	1478	1455	1470	
Peso unitario suelto promedio	( $\text{kg/m}^3$ )	1468			

### PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9612	9597	9610	
Peso del recipiente	(gr)	6280	6280	6280	
Peso de la muestra	(gr)	3332	3317	3330	
Volumen	( $\text{cm}^3$ )	2115	2115	2115	
Peso unitario compactado	( $\text{kg/m}^3$ )	1575	1568	1574	
Peso unitario compactado promedio	( $\text{kg/m}^3$ )	1573			

OBSERVACIONES	

  
**MANUEL CASTRO GALLO**  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SENCICO CODIGO  
 P1 35 10 33  
 CONSULTGEOPAV SAC



  
**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 88077  
 CONSULTGEOPAV SAC

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**EQUIVALENTE DE ARENA**

MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

OBRA	: Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto f'c=210kg/cm2, Sullana - 2023	REGISTRO No	:
MATERIAL	:	TÉCNICO	: J.C.C.
CANTERA	: Puente los Serranos	ING° RESP.	:
UBICACIÓN	: Br. Moises Ysmael Sanchez Cumbicus	HECHO POR	: -
		LUGAR	: -
		FECHA	: Set-23

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN			
	1	2	3	4
Hora de entrada a saturación	10:00	10:02	10:04	
Hora de salida de saturación (más 10' )	10:10	10:12	10:14	
Hora de entrada a decantación	10:12	10:14	10:16	
Hora de salida de decantación (más 20' )	10:32	10:34	10:36	
Altura máxima de material fino (cm)	3.80	3.76	3.74	
Altura máxima de la arena (cm)	3.10	3.10	3.00	
Equivalente de arena (%)	82	83	81	
Equivalente de arena promedio (%)	82.0			
Resultado equivalente de arena (%)	82			

Observaciones	
---------------	--

  
**MANUEL CASTRO GALLO**  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SENCICO CODIGO  
 P1 05 10 33  
CONSULTGEOPAV SAC



  
**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077





**CONSULTGEOPAV SAC**

RUC: 20602407021

Sistema Integral

de Geotecnia

Suelos y Pavimentos

Tel: 037 501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772

Dirección: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura

Email: geopav\_mcastro@hotmail.com - junior\_castro@hotmail.com

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto  
Fc=210kg/cm<sup>2</sup>, Sullana - 2023

TÉCNICO : M.C.G

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

ING° RESP. : R.C.A

CANTERA : KM 9 - ARMANDO ZAPATA

FECHA : Set-23

MUESTRA : M-1

HECHO POR : M.P.P.

UBICACIÓN : SOJO

DEL KM : -

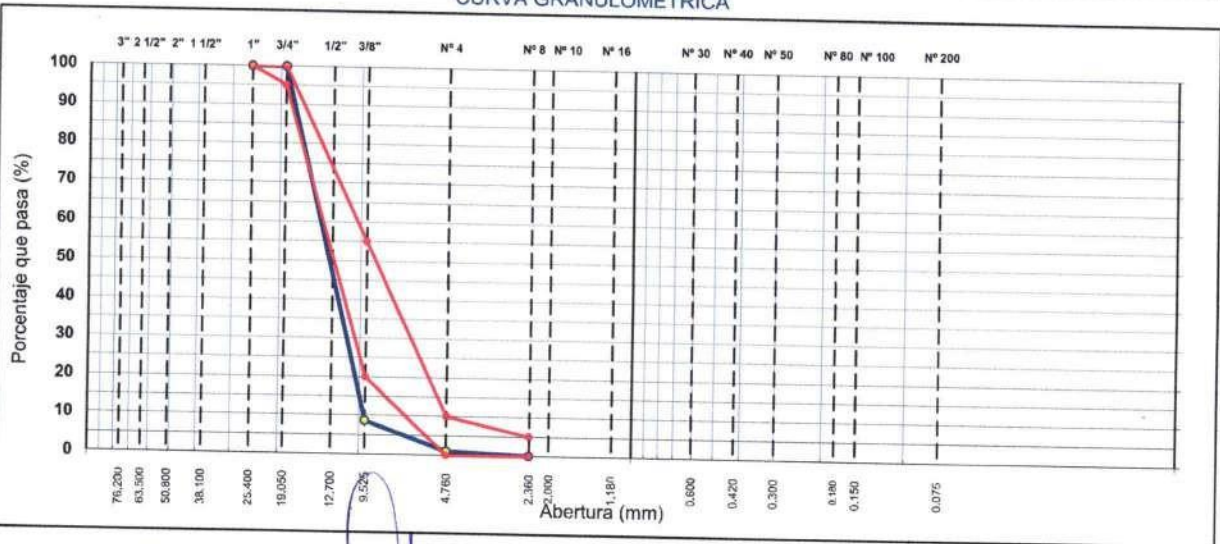
SOLICITA : Br. Moises Ysmael Sanchez Cumbicus

AL KM : -

CARRIL : -

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	HUSO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL = 9.436.0 gr			
6"	152.400						PESO LAVADO = 9436.0 gr			
5"	127.000						PESO FINO = 59.0 gr			
4"	101.600						% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200							1000.0	977.0	2.4%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado 200%			
2"	50.800							9436.0	9436.0	0.00
1 1/2"	38.100				100.0		% Grava = 99.1 %			
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100 - 100	% Arena = 0.9 %			
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	95 - 100	% Fino = 0.0 %			
1/2"	12.700	7.338.0	77.8	77.8	22.2		MÓDULO DE FINURA = 6.90 %			
3/8"	9.525	1.275.0	13.5	91.3	8.7	20 - 55	EQUIV. DE ARENA = %			
# 4	4.760	734.0	7.8	99.1	0.9	0 - 10	GRAVEDAD ESPECÍFICA:			
# 8	2.360	53.5	0.9	99.9	0.1	0 - 5	P.E. Bulk (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 16	1.180	3.5	0.1	100.0	0.0		P.E. Aparente (Base Seca) = gr/cm <sup>3</sup>			
# 30	0.600	2.0	0.0	100.0	0.0		Absorción = %			
# 40	0.420						OBSERVACIONES:			
# 50	0.300									
# 80	0.180									
# 100	0.150									
# 200	0.075									
< # 200	FONDO									
FINO		59.0								
TOTAL		9.436.0								

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



MANUEL CASTRO GALLO

TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

SENCICO CODIGO

P1 11 10 23



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE

JEFE DE LABORATORIO

INGENIERO CIVIL

CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077





**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
 Sistema Integral  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos  
 Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772  
 Dirección: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_mcastro@hotmail.com - junior\_castro@hotmail.com

**GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
<b>TESIS</b> : Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto f'c=210kg/cm2, Sullana - 2023	<b>N° REGISTRO</b> :
<b>MATERIAL</b> : <b>PIEDRA CHANCADA</b>	<b>TÉCNICO</b> : M.C.G
<b>MUESTRA</b> : 1	<b>ING° RESP.</b> : R.C.A
<b>PROFUND.</b> :	<b>FECHA</b> : Set-23
<b>CANTERA</b> : KM 9 - ARMANDO ZAPATA	<b>HECHO POR</b> : J.C.C.
<b>UBICACIÓN</b> : SOJO	<b>DEL KM</b> :-
	<b>AL KM</b> :-
	<b>CARRIL</b> :-

**DATOS DE LA MUESTRA**

GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	343.0	349.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	652.4	653.4	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	995.4	1002.4	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	867.1	870	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	128.3	132.4	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	340.2	345.4	
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	125.5	128.8	<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.652	2.609	2.630
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.673	2.636	2.655
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.711	2.682	2.696
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.823	1.042	0.93%

**OBSERVACIONES:**

---



---



---



---

<b>CONTRATISTA:</b>	<b>SUPERVISIÓN:</b>
<p>_____          TEC. RESPONSABLE</p> <p>_____          ING. RESPONSABLE</p>	<p>_____          TEC. RESPONSABLE</p> <p>_____          ING. RESPONSABLE</p>

MANUEL CASTRO GALLO  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SERVICIO CODIGO  
 CONSULTGEOPAV SAC P1 05 10 01

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077





# CONSULTGEOPAV SAC

RUC: 20602407021

Sistema Integral

de Geotecnia

Suelos y Pavimentos

Tel: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772

Dirección: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura

Email: [geopav\\_mcastro@hotmail.com](mailto:geopav_mcastro@hotmail.com) - [junior\\_castro@hotmail.com](mailto:junior_castro@hotmail.com)

## PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TESIS : Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Sullana - 2023

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

MUESTRA :

CANTERA : KM 9 - ARMANDO ZAPATA

UBICACIÓN : SOJO

SOLICITA : Br. Moises Ysmael Sanchez Cumbicus

TÉCNICO : M.C.G

ING° RESP. : R.C.A

LUGAR : -

FECHA : Set-23

HORA : -

## AGREGADO GRUESO

### PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	21590	21477	21609	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	14588	14475	14607	
Volumen	( $\text{cm}^3$ )	9457	9457	9457	
Peso unitario suelto	( $\text{kg/m}^3$ )	1543	1531	1545	
Peso unitario suelto promedio	( $\text{kg/m}^3$ )	1539			

### PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	22600	22787	22794	
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002	
Peso de la muestra	(gr)	15598	15785	15792	
Volumen	( $\text{cm}^3$ )	9457	9457	9457	
Peso unitario compactado	( $\text{kg/m}^3$ )	1649	1669	1670	
Peso unitario compactado promedio	( $\text{kg/m}^3$ )	1663			

OBSERVACIONES

MANUEL CASTRO GALLO

TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SENCICO CODIGO  
P 20 10 33

CONSULTGEOPAV SAC



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE

JEFE DE LABORATORIO

INGENIERO CIVIL

CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077



## GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: Adición de cenizas de hojas de banano, para mejorar el comportamiento físico mecánico de concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Sullana - 2023	Nº REGISTRO	:
MATERIAL	: Ceniza de Hoja de Plátano	TÉCNICO	: M.C.G.
CALICATA	:	INGº RESP.	: R.C.A.
MUESTRA	:	FECHA	: Oct-23
PROFUND.	: -	HECHO POR	: J.C.C.
CANTERA	: Parcelas Querecotillo-Saítal	DEL KM	: -
UBICACIÓN	: Br. Moises Ysmael Sanchez Cumbicus	AL KM	: -
		CARRIL	: 1

### DATOS DE LA MUESTRA

A	Peso material saturado superficialmente seco ( en aire ) (gr)			
B	Peso material saturado superficialmente seco ( en agua ) (gr)			
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm <sup>3</sup> )			
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)			
E	Volumen de masa = C - ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )			PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C			
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C			
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E			
	% de absorción = $((A - D) / D * 100)$			

### GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	400.0	400.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	741.0	742.3	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1141.0	1142.3	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	776.9	778.5	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	364.1	363.8	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	394.1	396.5	
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	358.2	360.3	PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	1.082	1.090	1.086
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	1.099	1.100	1.099
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	1.100	1.100	1.100
	% de absorción = $((A - F)/F)*100$	1.50	0.88	1.19

OBSERVACIONES:

MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SENCICO CODIGO



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP Nº 88077

**GRANULOMETRIAS TOTALES  
 PARA CONCRETO**

Realizado por: J.C.C.  
 Revisado por: MANUEL CASTRO  
 Fecha: Set-23  
 Tamaño Máximo del Arido: 20 mm.

Relación entre Áridos      Relación entre Arenas      Relación entre Gravas

Arenas = 42    Pte. Los Serranos    100      Grava Ø 9.5 mm = 0  
 GRAVA = 58    SOJO                            AA = 0      Grava Ø 25 mm = 100

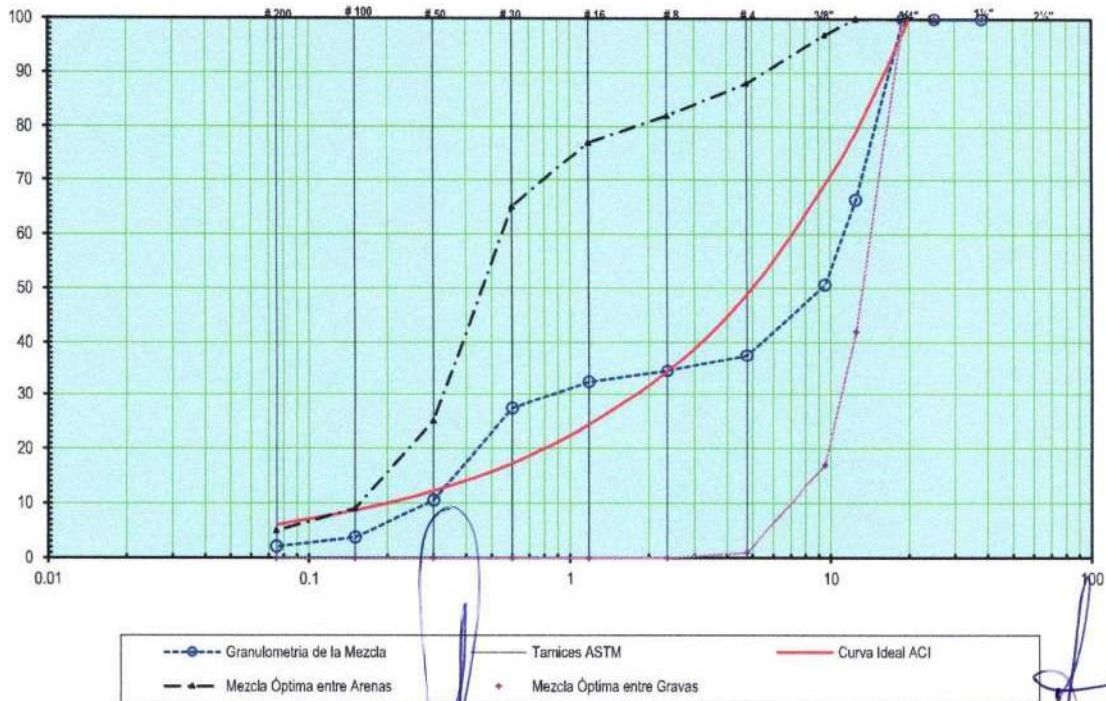
**Ensayos de Granulometrías Parciales de los Materiales**

MATERIAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES															MF
	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
Arena PUENTE SERRANOS	100	100	100	100	100	100	100	97	88	82	77	65	25	9	5	2.6
Grava SOJO Ø 4.75 - 25 mm.	100	100	100	100	100	100	42	17	1	0	0	0	0	0	0	6.82

**Mezcla en porcentajes en base a la granulometría de los materiales**

MATERIAL	%	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	MFH
Arena PUENTE SERRANOS	<b>42</b>	42	42	42	42	42	42	42	41	37	34	32	27	11	4	2	
Grava SOJO Ø 4.75 - 25 mm.	<b>58</b>	58	58	58	58	58	58	24	10	1	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	100	100	100	100	100	100	66	51	38	34	32	27	11	4	2	5.04

**CURVA GRANULOMETRICA HORMIGON BOMBEABLE**



**MANUEL CASTRO GALLO**  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SENCICO CODIGO  
 P1 15 10 03



**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CONSULTGEOPAV S.A.S. Reg. CIP N° 88077





**CONSULTGEOPAV**  
S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

LABORATORIO DE HORMIGONES  
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN PATRON

CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	100.00		
Arido Fino	Arena Zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
Arido Grueso	Grava TRITURADA Ø 4,75 -19,5 mm.	100.00	50.00	ARMANDO ZAPATA - KM 09 - SOJO
Aditivos	Agua	100.00	100	Potable Sullana

Cantidad de cemento en pasta : 375 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire Incluido : 1,5 %  
 Arena : 50,0 %  
 Gravas : 50,0 %  
 Volumen de pasta : 0,348 m<sup>3</sup>  
 Volumen de agregados : 0,652 m<sup>3</sup>  
 Relación a/(c+radc) (SSS) : 0,560  
 Relación a/(c+radc) (Corregida) : 0,560

DOSIFICACIÓN : PATRON PAT-001-006

TIPO : DOSIS 01

MEZCLA : 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo : Set-23

Marca de cilindro : PAT-001

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo Corregida (Kg.)	Mortero (Kg.)	Adiciones (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	<del>X</del>	Kg.	375	11.250	3050	0.40	2.80	2.40	0.61	11.250			381
Arena Zarandeada	3.74	Kg.	867	26.017	2660	0.90	0.90			25.409			880
Grava TRITURADA Ø 4,75 -19,5 mm.	7.10	Kg.	887	26.604	2720					26.604			900
Agua	<del>X</del>	Kg.	210	6.300	1000					6.907			213
Masa Unitaria				Kg/m <sup>3</sup>									
				2339									

Observaciones :	Resultado
Pérdida de Revenimiento	TIEMPO Rev. cm Resultado
	5 min 8,5
	15min -
	30 min -

RESULTADOS	Diseño Unitario
Revenimiento :	1 : m : alc
Temperatura del hormigón :	1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : alc
% de Aire medido en el Hormigón :	1 : 0 : 2.339 : 2.339 : 0 : 0 : 0.56
Peso volumétrico de la mezcla :	m = 4,677
Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :	k = 0,588
Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) :	H = 9,864
Factor de corrección de la mezcla :	a = 2,339 (MF = 3,74)



MANUEL CASTRO GALLO  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SERVICIO CODIGO  
 P1 35 10 33  
 CONSULTGEOPAV S.A.C.

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.S. 15387 E.L.S. Reg. C.I.P. Nº 88077

Copia de DISEÑO+zarán

patron



"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

LABORATORIO DE HORMIGONES  
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN-CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO 5% EN BASA AL CEMENTO

CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	95.00		
	CENIZA	5.00		Zona Agrícola de Salitral
Arido Fino	Arena Zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
Arido Grueso	Grava Triturada	100.00	50.00	ARAMANDO ZAPATA-KM9-SOJO
	Agua	100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

Cantidad de cemento en pasta : 375 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire incluido : 1.5 %  
 Arena : 50.0 %  
 Gravas : 50.0 %  
 Volumen de pasta : 0.359 m<sup>3</sup>  
 Volumen de agregados : 0.641 m<sup>3</sup>  
 Relación al(c+ad) (SSS) : 0.560  
 Relación al(c+ad) (Corregida) : 0.565

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Agua en Agregados (Lts)	Masa para Ensayo Corregida (Kg.)	Montero (Kg.)	Adiciones (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	<del>X</del>	Kg.	356	10.688	3050						10.688			363
CENIZA	<del>X</del>	Kg.	19	0.469	1100						0.469			16
Arena Zarandeada	3.74	Kg.	853	25.582	2660	0.40	2.80	2.40	0.60		24.985			868
Grava Triturada	7.10	Kg.	872	26.159	2720	0.90	0.90				26.159			888
Agua	<del>X</del>	Kg.	210	6.300	1000			0.00			6.897			214
<b>Masa Unitaria</b>														
Kg/m <sup>3</sup> 2310														

Observaciones :		Hora : 15H10		Resultado	
Pérdida de Revenimiento	TIEMPO	Rev. cm			
	5 min	8.5			
	15 min				
	30 min				
<b>RESULTADOS</b>					
Revenimiento : Temperatura del hormigón : % de Aire medido en el Hormigón : Peso volumétrico de la mezcla : Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 29.46 dm <sup>3</sup> Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 29.46 dm <sup>3</sup> Factor de corrección de la mezcla : 33.94					
1 : m : alc 1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : alc 1 : 0 : 2.421 : 2.421 : 0 : 0 : 0.56 m = 4.599 k = 0.589 H = 10.001 a = 2.3 (MF = 3.74)					

MANUEL CASTRO GALLO

TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO

SERVICIO CODIGO

05.03.03

Copia de DISEÑO+zaran

DISEÑO CENIZA 5%

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE

JEFE DE LABORATORIO

INGENIERO CIVIL

CASIMIR TERAPAN S.A.C. Reg. CIP Nº 88077

CONSULTGEOPAV S.A.C.

V.B.

LABORATORIO





LABORATORIO DE HORMIGONES  
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN-CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO 10% EN BASA AL CEMENTO

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	90.00		
	CENIZA	10.00		Zona Agrícola de Salitral
Arido Fino	Arena Zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
Arido Grueso	Grava Triturada	100.00	50.00	Armando Zapata-KM 9-SOJO
	Agua	100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	UNIDAD	MF.	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	UNIDAD	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	Kg.	<del>X</del>	338	Kg.	10.125	3050
CENIZA	Kg.	<del>X</del>	38	Kg.	0.938	1100
Arena Zarandeada	Kg.	3.74	838	Kg.	25.147	2660
Grava Triturada	Kg.	7.10	857	Kg.	25.714	2720
Agua	Kg.	<del>X</del>	210	Kg.	6.300	1000

Cantidad de cemento en pasta : 375 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire Incluido : 1.5 %  
 Arena : 50.0 %  
 Gravas : 50.0 %  
 Volumen de pasta : 0.370 m<sup>3</sup>  
 Volumen de agregados : 0.630 m<sup>3</sup>  
 Relación a/(c+adc) (SSS) : 0.560  
 Relación a/(c+adc) (Corregida) : 0.569

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	90.00		
	CENIZA	10.00		Zona Agrícola de Salitral
Arido Fino	Arena Zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
Arido Grueso	Grava Triturada	100.00	50.00	Armando Zapata-KM 9-SOJO
	Agua	100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	UNIDAD	MF.	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	UNIDAD	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	Kg.	<del>X</del>	338	Kg.	10.125	3050
CENIZA	Kg.	<del>X</del>	38	Kg.	0.938	1100
Arena Zarandeada	Kg.	3.74	838	Kg.	25.147	2660
Grava Triturada	Kg.	7.10	857	Kg.	25.714	2720
Agua	Kg.	<del>X</del>	210	Kg.	6.300	1000

Cantidad de cemento en pasta : 375 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire Incluido : 1.5 %  
 Arena : 50.0 %  
 Gravas : 50.0 %  
 Volumen de pasta : 0.370 m<sup>3</sup>  
 Volumen de agregados : 0.630 m<sup>3</sup>  
 Relación a/(c+adc) (SSS) : 0.560  
 Relación a/(c+adc) (Corregida) : 0.569

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	90.00		
	CENIZA	10.00		Zona Agrícola de Salitral
Arido Fino	Arena Zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
Arido Grueso	Grava Triturada	100.00	50.00	Armando Zapata-KM 9-SOJO
	Agua	100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	UNIDAD	MF.	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	UNIDAD	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Especifica (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	Kg.	<del>X</del>	338	Kg.	10.125	3050
CENIZA	Kg.	<del>X</del>	38	Kg.	0.938	1100
Arena Zarandeada	Kg.	3.74	838	Kg.	25.147	2660
Grava Triturada	Kg.	7.10	857	Kg.	25.714	2720
Agua	Kg.	<del>X</del>	210	Kg.	6.300	1000

Cantidad de cemento en pasta : 375 Kg  
 Cantidad de agua en pasta : 210 Lts  
 Aire Incluido : 1.5 %  
 Arena : 50.0 %  
 Gravas : 50.0 %  
 Volumen de pasta : 0.370 m<sup>3</sup>  
 Volumen de agregados : 0.630 m<sup>3</sup>  
 Relación a/(c+adc) (SSS) : 0.560  
 Relación a/(c+adc) (Corregida) : 0.569

Observaciones:

Hora : 15H10

Pérdida de Revenimiento	TIEMPO	Ret. cm	Resultado
	5 min	8.5	-
	15 min		
	30 min		

**RESULTADOS**

Revenimiento :  
 Temperatura del hormigón :  
 % de Aire medido en el Hormigón :  
 Peso volumétrico de la mezcla :  
 Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 29.38 dm<sup>3</sup>  
 Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 29.38 dm<sup>3</sup>  
 Factor de corrección de la mezcla : 34.04

1 : m : alc  
 1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : alc  
 1 : 0 : 2.512 : 2.512 : 0 : 0 : 0.56  
 m = 4.521  
 k = 0.591  
 H = 10.143  
 a = 2.261 (MF = 3.74)

CONSULTGEOPAV S.A.C. LABORATORIO DE HORMIGONES Y PAVIMENTOS  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 MANUEL CASTRO GALLO  
 SANCICO CODIGO  
 P 15 10 33  
 CONSULTGEOPAV S.A.C.

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077

Copia de DISEÑO+zaran  
 DISEÑO CENIZA 10%



"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"

RUC: 20602407021

LABORATORIO DE HORMIGONES  
ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE HORMIGÓN-CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO 15% EN BASA AL CEMENTO

CALCULO, CORRECCIÓN POR HUMEDADES Y AJUSTES

DOSIFICACIÓN : CEN15%-004-001

TIPO : DOSIS 01

MEZCLA : 210 KG/CM2

Fecha de Ensayo : Set-23

Marca de cilindro : CEN5%-002

Cantidad de cemento en pasta : 375 Kg

Cantidad de agua en pasta : 210 Lts

Aire Incluido : 1.5 %

Arena : 50.0 %

Gravas : 50.0 %

Volumen de pasta : 0.381 m<sup>3</sup>

Volumen de agregados : 0.619 m<sup>3</sup>

Relación a/(c+adc) (SSS) : 0.560

Relación a/(c+adc) (Corregida) : 0.574

MATERIALES		% Participación	% de Diseño	PROCEDENCIA
Material Cementante	Cemento Tipo I	85.00		
	CENIZA	15.00		Zona Agrícola Salitral
Arido Fino	Arena Zarandeada	100.00	50.00	Pte Los Serranos
Arido Grueso	Grava Triturada	100.00	50.00	ARMANDO ZAPATA-KM9-SOJO
	Agua	100.00	100	Potable Sullana
Aditivos				

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I	<del>3.74</del>	Kg.	319	9.563	3050
CENIZA	<del>7.10</del>	Kg.	56	1.406	1100
Arena Zarandeada		Kg.	824	24.712	2660
Grava Triturada		Kg.	842	25.270	2720
Agua		Kg.	210	6.300	1000

Masa Unitaria  $Kg/m^3$   
2251

Observaciones :	TIEMPO	Rev. ch	Resultado
	5 min	8.5	-
	15 min		
	30 min		

RESULTADOS

Revenimiento :  
Temperatura del hormigón :  
% de Aire medido en el Hormigón :  
Peso volumétrico de la mezcla :  
Volumen de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 29.29 dm<sup>3</sup>  
Volumen corregido de la Mezcla de Hormigón (Ensayo) : 29.29 dm<sup>3</sup>  
Factor de corrección de la mezcla : 34.14

Diseño Unitario  
1 : m : alc  
1 : An : Ar : G1 : G2 : G3 : alc  
1 : 0 : 2.613 : 2.613 : 0 : 0 : 0.56  
m = 4.443  
k = 0.592  
H = 10.289  
a = 2.221 (MF = 3.74)

MANUEL CASTRO GALLO

Copia de DISEÑO+zaran  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SENCICO CODIGO  
CONSULTOR WASC P.A. 25 10 21



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DEL LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTOR WASC P.A. Nº 88077

DISEÑO CENIZA 15%





# CONSULTGEOPAV S. A. C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021



CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021-7DSE



TESIS: "ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA - 2023"

SOLICITA: Bch. Moisés Sánchez Cumbicus

En el siguiente cuadro se muestran los diseños de concretos empleados en dicha investigación desde el diseño patrón hasta el diseño con porcentajes reemplazados por el cemento:

CANTIDADES POR DISEÑO F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup> - ASSOCIATION CONCRETE INSTITUTE (ACI)						
CEMENTO	AGUA	AIRE INCLUIDO	ARENA	GRAVA	V. EN PASTA AGREGADOS	RELACIÓN a/(c+adc) (corregida)
375 kg	210 Lts	1.5 %	50.00 %	50.00%	0.370 m <sup>3</sup>	0.560
					0.630 m <sup>3</sup>	0.569

Tabla No. 01. Cantidades según tablas Association Concrete Institute. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS - DISEÑO PATRÓN (F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup> )		
Material	% Participación	% de Diseño
Cemento Tipo I	100	<del>100</del>
Árido Fino	100	50
Árido Grueso	100	50
Agua	100	100

Tabla No. 02. Porcentajes y cantidades de agregados - Diseño Patrón. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DA SUELOS Y PAVIMENTO  
SERVICO CODIGO  
011337033  
consultgeopav.com



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. OIP N° 88077



# CONSULTGEOPAV S.A.C.

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021



CERTIFICADO N° 001304106  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021 /DGD



### MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 30 LITROS - DISEÑO PATRÓN

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m³)	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m³)	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)
Cemento Tipo I	X	Kg.	375	11.250	3050					11.250	381
Arena zarandeada	3.74	Kg.	867	26.017	2660	0.40	2.80	2.40	0.61	25.409	880
Grava Triturada	7.10	Kg.	887	26.604	2720	0.90	0.90			26.604	900
Agua	X	Kg.	210	6.300	1000					6.907	213

Tabla No. 03. Pesos de los agregados para una tanda de 30 Lts - Diseño patrón. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

### PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS - DISEÑO 5% Ceniza de hoja de plátano (F'c= 210 Kg/cm²)

Materiales	% Participación		% de Diseño		Procedencia
	Cemento Tipo I	Ceniza	Árido Fino	Árido Grueso	
Material cementante	95	5			Pacasmayo
Árido Fino			50		Zona agrícola de Salitral
Árido Grueso			50		Cantera Puento los Serranos
Agua			100		Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
					Potable Sullana

Tabla No. 04. Porcentajes y cantidades de agregados - Diseño 5% Ceniza de hoja plátano. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.

MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SECCION CODIGO



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CDSM TEPAP S.A.S. Reg. CIP N° 88077

ConsultGEOPAV S.A.C. - Calle Arce, Miraflores de la Sierra, Lima 1811  
Tel: 011 476 1907 - 476 1908  
Correo: info@consultgeopav.com / consultgeopav@consultgeopav.com





**MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 30 LITROS – DISEÑO 5% CENIZA DE PLÁTANO**

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo I		Kg.	356	10.688	3050					10.688	363
Ceniza		Kg.	19	0.469	1100					0.469	16
Arena zarandeada	3.74	Kg.	853	25.582	2660	0.40	2.80	2.40	0.60	24.985	868
Grava Triturada	7.10	Kg.	872	26.159	2720	0.90	0.90			26.159	888
Agua		Kg.	210	6.300	1000					6.897	214

Tabla No. 5. Pesos de los agregados para una tanda de 30 Lts – Diseño 5% Ceniza de Hoja de Plátano. CONSULTGEOPAV S.A.C.

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS – DISEÑO 10% CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO (F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup> )		Procedencia	
Materiales	% Participación	% de Diseño	
Cemento Tipo I	90		Pacasmayo
Ceniza	10		Zona agrícola de Saltral
Árido Fino	100	50	Cantera Puente los Serranos
Árido Grueso	100	50	Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
Agua	100	100	Potable Sullana

Tabla No. 06. Porcentajes y cantidades de agregados – Diseño 10% Ceniza de hoja plátano. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.



**MANUEL CASTRO GALLO**  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SENCICO CODIGO  
PI 15 0 13

**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077





# CONSULTGEOPAV S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021



CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021/DSD



## MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 30 LITROS - DISEÑO 10% CENIZA DE PLÁTANO

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m³)	Masa para ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m³)	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)
Cemento Tipo I		Kg.	338	10.125	3050					10.125	363
Ceniza		Kg.	38	0.938	1100					0.938	16
Arena zarandeada	3.74	Kg.	838	25.147	2660	0.40	2.80	2.40	0.59	24.560	868
Grava Triturada	7.10	Kg.	857	25.714	2720	0.90	0.90			25.714	888
Agua		Kg.	210	6.300	1000					6.887	214

Tabla No. 07. Pesos de los agregados para una tanda de 30 Lts - Diseño 10% Ceniza de Hoja de Plátano. CONSULTGEOPAV S.A.C.

PORCENTAJE Y CANTIDADES DE AGREGADOS - DISEÑO 15% CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO (F'c= 210 Kg/cm²)		Procedencia
Materiales	% Participación	% de Diseño
Material cementante	85	
Cemento Tipo I		
Ceniza	15	
Árido Fino	100	Zona agrícola de Salitral
Árido Grueso	100	Cantera Puento los Serranos
Grava Triturada	100	Cantera Sojo Armando Zapata Km 9
Agua	100	Potable Sullana

Tabla No. 08. Porcentajes y cantidades de agregados - Diseño 15% Ceniza de hoja plátano. Elaboración. CONSULTGEOPAV S.A.C.



MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SECCION CODIGO  
P1 15 03 38

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077



**MASA DE LOS AGREGADOS SEGÚN PORCENTAJE ESTABLECIDO PARA UNA TANDA DE 30 LITROS – DISEÑO 15% CENIZA DE PLÁTANO**

MATERIALES	MF.	UNIDAD	Masa de Dosificación SSS (Kg/m³)	Masa para Ensayo (Kg)	Gravedad Específica (Kg/m³)	% de Humedad Natural (+)	% de Absorción (-)	% de Humedad Libre	Agua en Agregados (Lts)	Corregida (Kg.)	Masa de Dosificación Corregida (Kg/m³)
Cemento Tipo I	<del>X</del>	<del>Kg.</del>	<del>319</del>	<del>9.563</del>	<del>3050</del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del>9.563</del>	<del>363</del>
Ceniza	<del>X</del>	<del>Kg.</del>	<del>56</del>	<del>1.406</del>	<del>1100</del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del>1.406</del>	<del>48</del>
Arena zarandeada	3.74	Kg.	824	24.172	2660	0.40	2.80	2.40	0.58	24.135	844
Grava Triturada	7.10	Kg.	842	25.270	2720	0.90	0.90			25.270	863
Agua	<del>X</del>	<del>Kg.</del>	<del>210</del>	<del>6.300</del>	<del>1000</del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del></del>	<del>6.877</del>	<del>215</del>

**Tabla No. 09. Pesos de los agregados para una tanda de 30 Lts – Diseño 15% Ceniza de Hoja de Plátano. CONSULTGEOPAV S.A.C.**

  
**MANUEL CASTRO GALLO**  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SENCICO CODIGO  
 CONSULTGEOPAV S.A.C.



  
**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP/N° 88077





"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

**Indecopi**  
CERTIFICADO N° 001304106  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021 /D5D



**TESIS: "ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA – 2023."**

**SOLICITA:** Bch. Moisés Sánchez Cumbicus

En el siguiente cuadro se muestran las fechas de mezclado y de roturas para los 7; 14 y 28 días:

FECHAS DE MOLDEO Y ROTURAS			
DISEÑOS	Día de mezclado	7 días	14 días
Diseño Patrón	29/09/2023	06/10/23	13/10/23
Diseño+5%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	03/10/2023	10/10/23	17/20/23
Diseño+10%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	06/10/2023	13/10/23	20/19/23
Diseño+15%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	06/10/2023	13/10/23	20/19/23
			28 días
			27/10/23
			02/10/23
			03/11/23
			03/11/23



**MANUEL CASTRO GALLO**  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SERVICIO CODIGO  
P. 3 - 01 - 01  
CONSULTGEOPAV S.A.C.

**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077

Cell: 979 149 272 / 998 279 811  
Correo: geopav\_jmca@consultgeopav.com / jmca@consultgeopav.com / Consultgeopav@hotmail.com  
Calle: Arequipa N° 109 - Bellavista - Sullana - Piura.







En el siguiente cuadro se muestran las fuerzas aplicadas a los testigos de concreto con una edad de 7 días:

DISEÑOS	EDAD DEL CONCRETO 7 DÍAS		
	TESTIGO 1 (KN)	TESTIGO 2 (KN)	TESTIGO 3 (KN)
PATRÓN	154.12	146.75	154.28
Diseño+5%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	133.86	138.40	135.43
Diseño+10%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	150.25	154.12	152.34
Diseño+15%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	134.12	132.21	136.87

En el siguiente cuadro se muestran los diámetros de cada testigo de concreto ensayado:

DISEÑOS	DIÁMETRO DE LOS TESTIGOS (cm <sup>2</sup> )		
	1	2	3
PATRÓN	78.50	78.90	78.70
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.90	78.70	78.70
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.90	78.70	78.70
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.50	78.70	78.70

MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SERVICIO CODIGO  
CONSULTGEOPAV S.A.C.



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077





En el siguiente cuadro se muestran las resistencias obtenidas de las roturas a los 7 días:

DISEÑOS	RESISTENCIAS OBTENIDAS 7 DÍAS			PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
	TESTIGO 1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	
PATRÓN	200.10	189.57	199.80	196.49
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	172.92	179.23	175.39	175.85
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	194.09	199.59	197.29	196.99
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	174.13	171.22	177.25	174.20

- Para obtener las resistencias la fuerza aplicada con unidades  $K_N$  se multiplica por un factor 101.97 para llevarlo al sistema de Kg

En el siguiente cuadro se analiza si las resistencias obtenidas de los testigos de concreto son las esperadas:

DISEÑOS	RESULTADOS		CONDICIÓN
	RESISTENCIAS PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	70% $F'c=210$ Kg/cm <sup>2</sup>	
PATRÓN	196.49	147	CUMPLE
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	175.85	147	CUMPLE
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	196.99	147	CUMPLE
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	174.20	147	CUMPLE

MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SERVICIO CODIGO  
CONSULTGEOPAV SAC



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV SAC Reg. CIP N° 88077



En el siguiente cuadro se muestran las fuerzas aplicadas a los testigos de concreto con una edad de 14 días:

DISEÑOS	EDAD DEL CONCRETO		
	14 DÍAS		
	TESTIGO 1 (KN)	TESTIGO 2 (KN)	TESTIGO 3 (KN)
PATRÓN	195.69	190.34	187.41
Diseño+5%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	175.67	170.23	172.33
Diseño+10%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	186.82	184.32	181.23
Diseño+15%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	164.50	169.23	167.12

En el siguiente cuadro se muestran los diámetros de cada testigo de concreto ensayado:

DISEÑOS	DIÁMETRO DE LOS TESTIGOS (cm <sup>2</sup> )		
	1 2 3		
	1	2	3
PATRÓN	78.50	78.50	78.50
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.90	78.70	79.00
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.50	78.90	78.70
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.90	78.70	79.00



MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SENIOR CODIGO  
91 37 19 33

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 88077

Tel: 024-2811394

Cel: 979 199 723 / 980 279 811

Correo: geosol@consultgeopav.com / junior\_consultgeopav@hotmail.com  
Calle: Arceopaya N° 308 - Bellavista - Sucre - Páramo





En el siguiente cuadro se muestran las resistencias obtenidas de las roturas a los 14 días:

DISEÑOS	RESISTENCIAS OBTENIDAS 14 DÍAS			PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
	TESTIGO 1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	
PATRÓN	254.07	247.13	243.32	248.17
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	226.92	220.46	222.33	223.24
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	242.56	238.10	234.70	238.45
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	212.49	219.16	215.61	215.75

• Para obtener las resistencias la fuerza aplicada con unidades  $K_N$  se multiplica por un factor 101.97 para llevarlo al sistema de Kg

En el siguiente cuadro se analiza si las resistencias obtenidas de los testigos de concreto son las esperadas:

DISEÑOS	RESULTADOS		CONDICIÓN
	RESISTENCIAS PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	90% $F_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup>	
PATRÓN	248.17	189	CUMPLE
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	223.24	189	CUMPLE
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	238.45	189	CUMPLE
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	215.75	189	CUMPLE



MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SERVICIO CODIGO  
P1 05 19 33

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
REG. D.P. N° 88077



En el siguiente cuadro se muestran las fuerzas aplicadas a los testigos de concreto con una edad de 28 días:

DISEÑOS	EDAD DEL CONCRETO		
	TESTIGO 1 (KN)	TESTIGO 2 (KN)	TESTIGO 3 (KN)
PATRÓN	221.91	239.71	228.54
Diseño+5%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	182.15	174.72	179.52
Diseño+10%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	200.32	208.61	206.55
Diseño+15%CENIZA HOJA DE PLÁTANO	182.15	174.72	178.99

En el siguiente cuadro se muestran los diámetros de cada testigo de concreto ensayado:

DISEÑOS	DIÁMETRO DE LOS TESTIGOS (cm <sup>2</sup> )		
	1	2	3
PATRÓN	78.50	78.50	78.50
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.90	78.70	79.00
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.50	78.90	78.70
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	78.90	78.70	79.00



**MANUEL CASTRO GALLO**  
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SERVICIO CODIGO  
 CONSULTGEOPAV SAC P1 17-10-33

**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CONSULTGEOPAV SAC Reg. CIP N° 88077





**"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021**



En el siguiente cuadro se muestran las resistencias obtenidas de las roturas a los 28 días:

DISEÑOS	RESISTENCIAS OBTENIDAS 28 DÍAS			PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
	TESTIGO 1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	TESTIGO 3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	
PATRÓN	288.12	311.23	296.72	298.69
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	236.49	226.85	233.08	232.14
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	258.77	270.16	266.48	265.13
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	236.49	225.70	231.80	231.33

• Para obtener las resistencias la fuerza aplicada con unidades K<sub>N</sub> se multiplica por un factor 101.97 para llevarlo al sistema de Kg

En el siguiente cuadro se analiza si las resistencias obtenidas de los testigos de concreto son las esperadas:

DISEÑOS	RESULTADOS		CONDICIÓN
	RESISTENCIAS PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	100% F <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup>	
PATRÓN	298.69	210	CUMPLE
DISEÑO+5%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	232.14	210	CUMPLE
DISEÑO+10%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	265.13	210	CUMPLE
DISEÑO+15%CENIZA DE HOJA DE PLÁTANO	231.33	210	CUMPLE

**MANUEL CASTRO GALLO**  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SECCION CODIGO  
CONSULTGEOPAV S.A.C. (P) 2010 11



**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077



**CONSULTINGEOPAV**  
**S.A.C.**  
 "Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
 RUC: 20602407021

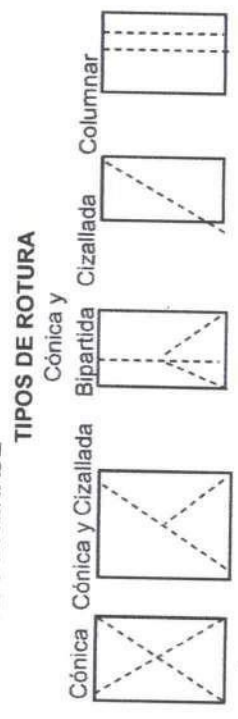
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
 PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE

ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : OCTUBRE del 2023

TESIS: ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F'c=210 KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA - 2023.

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO**  
**OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

EDAD = 7 Días  
 f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



TIPO CEMENTO I

Prueba Nº	Registro Nº	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	CHP-5%-001	CHP 5%	03-Oct	10-Oct	13651	10.02	78.9	173	3.5"	210	82	A	84	70
2	CHP-5%-002	CHP 5%	03-Oct	10-Oct	14114	10.01	78.7	179	3.5"	210	85	A	84	70
3	CHP-5%-003	CHP 5%	03-Oct	10-Oct	13811	10.01	78.7	175	3.5"	210	84	B	84	70

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

CONTROL EXTERNO:

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

Nombre: Manuel Castro Gallo

Cargo: Técnico de Laboratorio

Fecha: \_\_\_\_\_

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

Nombre: Roberto Castro Aguirre

Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos

Fecha: \_\_\_\_\_

**MANUEL CASTRO GALLO**  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SERVICIO CÓDIGO 01 2 1 0 5 0 5  
 CONSULTINGEOPAV SAC



**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CONSULTINGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 88077



**"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"**  
**RUC: 20602407021**

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

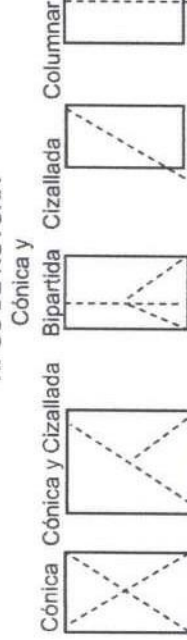
TESIS: ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F'c=210 KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA - 2023.

ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : Octubre del 2023

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

EDAD = 14 Días  
 f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### TIPOS DE ROTURA



### TIPO CEMENTO I

Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	CHP-5%-001	CHP 5%	03-Oct	17-Oct	17915	10.02	78.9	227	3.5"	210	108	C	106	90
2	CHP-5%-002	CHP 5%	03-Oct	17-Oct	17360	10.01	78.7	221	3.5"	210	105	C		
3	CHP-5%-003	CHP 5%	03-Oct	17-Oct	17574	10.03	79.0	222	3.5"	210	106	B		

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

CONTROL EXTERNO:

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre:

Manuel Castro Gallo

Nombre:

Roberto Castro Aguirre

Cargo:

Técnico de Laboratorio

Cargo:

Especialista en Suelos y Pavimentos

Fecha:

Fecha:

Fecha:

MANUEL CASTRO GALLO  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SENCICO CODIGO  
 P1 05 10 03



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CARRERA TECNICA S.C. Reg. O.P. N° 86077



# CONSULTA GEOPAV S.A.C

"Sistema Integral de geotecnica, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM2, SULLANA - 2023

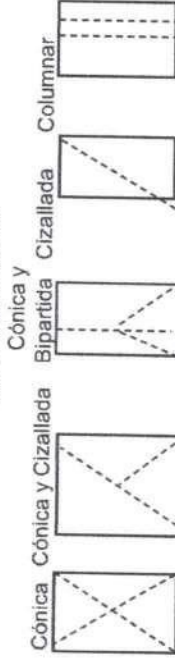
ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

#### TIPO CEMENTO I

EDAD = 28 Días  
 $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

#### TIPOS DE ROTURA



Prueba Nº	Registro Nº	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	CHP-5%-001	CHP 5%	03-Oct	31-Oct	18574	10.01	78.7	236	3.5"	210	112	C	110	100
2	CHP-5%-002	CHP 5%	03-Oct	31-Oct	17816	10.03	79.0	225	3.5"	210	107	A	110	100
3	CHP-5%-003	CHP 5%	03-Oct	31-Oct	18306	10.02	78.9	232	3.5"	210	111	B	110	100

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

CONTROL EXTERNO:

Firma:

Firma:

Nombre:

Nombre:

Cargo:

Cargo:

Fecha:

Fecha:

MANUEL CASTRO GALLO  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SECCION ODONTOLOGIA  
P.O. BOX 10  
CONSULTA GEOPAV SAC



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTA GEOPAV SAC Reg. CIP Nº 88077





# CONSULTGEOPAV

## S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
 RUC: 20602407021

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

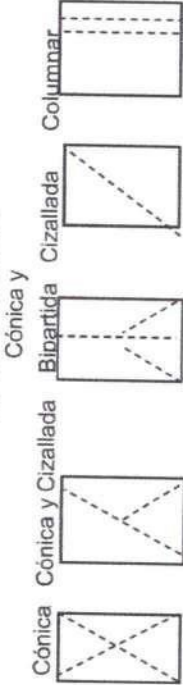
TESIS: ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA - 2023.

ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : OCTUBRE del 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

EDAD = 7 Días  
 $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

#### TIPOS DE ROTURA



#### TIPO CEMENTO I

Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldado	Rotura										
1	CHP-10%-001	CHP 10%	06-Oct	13-Oct	15322	10.02	78.9	194	3.3"	210	93	A	93	70
2	CHP-10%-002	CHP 10%	06-Oct	13-Oct	15717	10.01	78.7	200	3.3"	210	95	A	95	70
3	CHP-10%-003	CHP 10%	06-Oct	13-Oct	15842	10.01	78.7	201	3.3"	210	96	B	96	70

ELABORADO POR:

Firma:   
 Nombre: Manuel Castro Gallo  
 Cargo: Técnico de Laboratorio  
 Fecha:

REVISADO POR:

Firma:   
 Nombre: Roberto Castro Aguirre  
 Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos  
 Fecha:

CONTROL EXTERNO:

Firma:   
 Nombre: Roberto Elias Castro Aguirre  
 Cargo: JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL  
 Fecha:



MANUEL CASTRO GALLO  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SERVICIO CODIGO  
 P.1 35 19 33

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.S. T. 05001111 Reg. CIP N° 88077

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS: ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F'C=210  
KG/CM2, SULLANA - 2023.

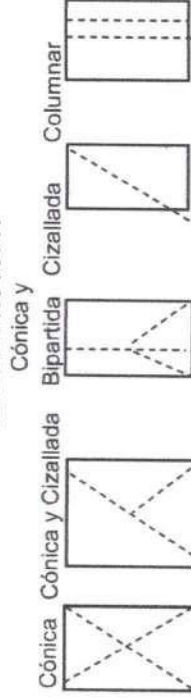
ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : OCTUBRE del 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

EDAD = 14 Días  
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

TIPO CEMENTO I

TIPOS DE ROTURA



Prueba Nº	Registro Nº	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump ( pulg )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	CHP-10%-001	CHP 10%	08-Oct	20-Oct	19052	10.00	78.5	243	3.3"	210	116	C	114	90
2	CHP-10%-002	CHP 10%	08-Oct	20-Oct	18797	10.02	78.9	238	3.3"	210	114	C	114	90
3	CHP-10%-003	CHP 10%	08-Oct	20-Oct	18482	10.01	78.7	235	3.3"	210	112	A	112	90

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

CONTROL EXTERNO:

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre:

Nombre: Rberto Castro Aguirre

Nombre:

Cargo:

Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos

Cargo:

Fecha:

Fecha:

Fecha:

MANUEL CASTRO GALLO  
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SERVICIO GEOLOGICO  
CONSULTGEOPAV S.A.C.  
11 05 20 23



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CAS-501730941 S.L.L. Reg. CIP N° 88077





# CONSULTGEOPAV

S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

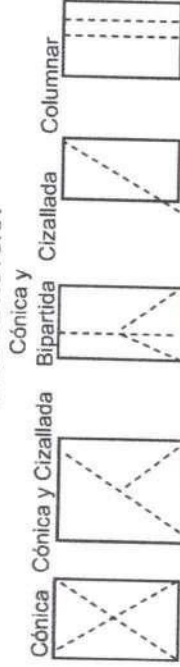
## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F<sub>c</sub>=210 KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA - 2023

ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

### TIPOS DE ROTURA



### TIPO CEMENTO I

EDAD = 28 Días  
f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	CHP-10%-001	CHP 10%	06-Oct	03-Nov	20427	10,02	78,9	259	3,3"	210	123	A	127	100
2	CHP-10%-002	CHP 10%	06-Oct	03-Nov	21272	10,00	78,5	271	3,3"	210	129	A	127	100
3	CHP-10%-003	CHP 10%	06-Oct	03-Nov	21082	10,00	78,5	268	3,3"	210	128	B	127	100

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

CONTROL EXTERNO:

Firma:

*(Signature)*

Firma:

*(Signature)*

Nombre:

Manuel Castro Gallo

Cargo:

Técnico de Laboratorio

Fecha:

Nombre:

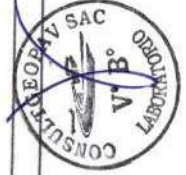
Roberto Castro Aguirre

Cargo:

Especialista en Suelos y Pavimentos

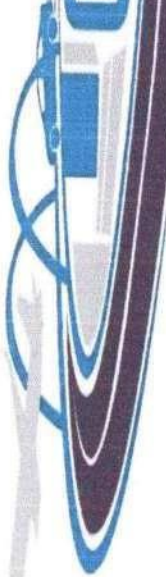
Fecha:

Fecha:



MANUEL CASTRO GALLO  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SERVICIO CÓDIGO  
P: 25 40 13

ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV SAC Reg. CIP N° 88077



# CONSULTGEOPAV S.A.C

**"Sistema Integral de geotecnica, suelos y pavimentos"**  
**RUC: 20602407021**

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**TESIS:** ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA - 2023.

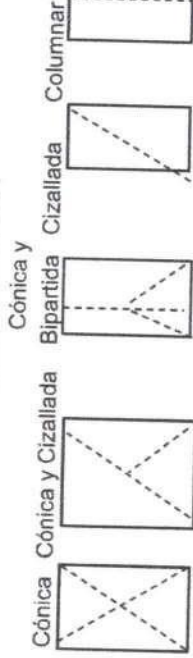
: R.C.A.  
 : M.C.G.  
 : E.C.G.  
 : Octubre del 2023

ING. RESP.  
 TÉCNICO  
 HECHO POR  
 FECHA

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

EDAD = **7** Días  
 f'c = **210** kg/cm<sup>2</sup>

### TIPOS DE ROTURA



### TIPO CEMENTO I

Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	CHP-15%-001	CHP 15%	06-Oct	13-Oct	13678	10.00	78.5	174	2.8"	210	83	C	83	70
2	CHP-15%-002	CHP 15%	06-Oct	13-Oct	13483	10.01	78.7	171	2.8"	210	82	B	83	70
3	CHP-15%-003	CHP 15%	06-Oct	13-Oct	13958	10.01	78.7	177	2.8"	210	84	B	83	70

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

CONTROL EXTERNO:

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre: Manuel Castro Gallo

Nombre: Roberto Castro Aguirre

Nombre:

Cargo: Técnico de Laboratorio

Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos

Cargo:

Fecha:

Fecha:

Fecha:



**MANUEL CASTRO GALLO**  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SERVICIO 000000  
 01 05 10 33

**ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 88077



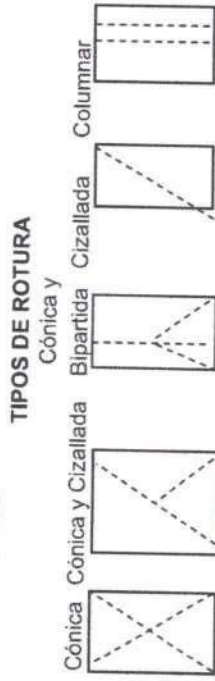
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

TESIS: ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F<sup>c</sup>=210 KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA - 2023.

ING. RESP. : R.C.A.  
 TÉCNICO : M.C.G.  
 HECHO POR : E.C.G.  
 FECHA : OCTUBRE del 2023

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO**  
**OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

EDAD = 14 Dias  
 f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 3 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	CHP-15%-001	CHP 15%	06-Oct	20-Oct	17915	10.02	78.9	227	3.4"	210	108	A	106	90
2	CHP-15%-002	CHP 15%	06-Oct	20-Oct	17360	10.01	78.7	221	3.4"	210	105	A	106	90
3	CHP-15%-003	CHP 15%	06-Oct	20-Oct	17574	10.03	79.0	222	3.4"	210	106	B	106	90

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

CONTROL EXTERNO:

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre:

Nombre: Robero Castro Aguirre

Cargo:

Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos

Fecha:

Fecha:

MANUEL CASTRO GALLO  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
 SÚCRICO CÓDIGO  
 PN 35-10 03



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 COLEGIO PROFESIONAL Reg. CIP N° 88077



# CONSULTGEOPAV S.A.C

"Sistema Integral de geotecnia, suelos y pavimentos"  
RUC: 20602407021

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS ADICIÓN DE CENIZAS DE HOJAS DE BANANO, PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup>, SULLANA - 2023

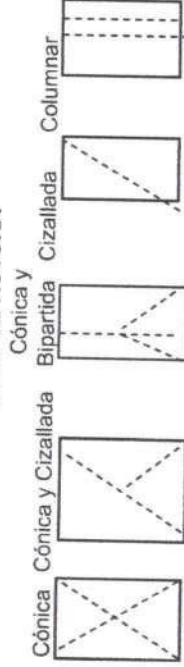
ING. RESP. : R.C.A.  
TÉCNICO : M.C.G.  
HECHO POR : E.C.G.  
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

TIPO CEMENTO I

EDAD = 28 Días  
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

TIPOS DE ROTURA



Prueba N°	Registro N°	DISEÑO DE CONCRETO	Fecha		Lectura dial (kg)	Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Slump (pulg)	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenido	Tipo de Rotura	Promedio 2 testigos %	Resistencia Esperada %
			Moldeo	Rotura										
1	CHP-15%-001	CHP 15%	03-Oct	31-Oct	18574	10.01	78.7	236	2.8"	210	112	C	112	100
2	CHP-15%-002	CHP 15%	03-Oct	31-Oct	17816	10.03	79.0	225	2.8"	210	107	C	110	100
3	CHP-15%-003	CHP 15%	03-Oct	31-Oct	18252	10.02	78.9	231	2.8"	210	110	C	110	100

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

CONTROL EXTERNO:

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

Nombre: Manuel Castro Gallo

Cargo: Técnico de Laboratorio

Fecha: \_\_\_\_\_

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

Nombre: Roberto Castro Aguirre

Cargo: Especialista en Suelos y Pavimentos

Fecha: \_\_\_\_\_

MANUEL CASTRO GALLO  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO  
SECCION CODIGO  
P1 03 10 01



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERO CIVIL  
CONSULTGEOPAV S.A.C. Reg. CIP N° 86077



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - T - 014 - 2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0205
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA
4. Instrumento de medición	TERMOMETRO DIGITAL
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C
Div. de escala / Resolución	0,1 °C
Marca	EUROTECH
Modelo	TBT-10H
Número de Serie	No indica
Procedencia	No indica
Identificación	CI-0188 (*)
5. Fecha de Calibración	2023-08-26

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2023-08-28



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817546 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 28/08/2023 09:44:15-0500



Jefe del Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - T - 014 - 2023

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Temperatura de CALIBRATEC S.A.C. ubicado en Av. Chillón Lote 50B Chacarcerro Lima - Comas - Trapiche

### 8. Condiciones Ambientales

	Mínimo	Máximo
Temperatura	23,5 °C	23,3 °C
Humedad Relativa	62%	60%

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT S.A.C.	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO K	LT-0417-2023
ELICROM	MEDIDOR DE TEMPERATURA (TERMOHIGRÓMETRO)	CCP-0102-001-23

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (\*) Identificación asignado por CALIBRATEC S.A.C. e indicado en una etiqueta adherido al instrumento.



Revisión 00

RT03-F01



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - T - 014 - 2023

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
0,15	0,09	-0,06	0,14
40,15	39,99	-0,16	0,14
90,10	89,97	-0,13	0,14

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0124-2023

Página 1 de 4

1. Expediente	0205
2. Solicitante	CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Marca	MH-SERIES
Modelo	MH-500
N° de serie	No indica
Identificación	CI-0171 (*)
Procedencia	China
Capacidad máxima:	500 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Capacidad mínima	0,2 g
Clase de exactitud	II
5. Fecha de calibración	2023-08-09

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2023-08-16



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16/08/2023 11:34:25-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01



*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0124-2023**

Página 2 de 4

**6. Método de calibración:**

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Obra de CONSULTGEOPAV S.A.C. ubicado en Av. Miguel Grau N° 323 - San Jacinto - Tumbes

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	29,1 °C	29,3 °C
Humedad relativa	56 %	56 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0870-002-23

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
  - En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
  - Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 500 g la balanza indicaba 499,89 g)
  - El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se han determinado de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático"
  - Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el item calibrado indicado en la página 1.
  - En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 16 °C
  - Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a  $0,00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
  - El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
  - El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
  - A solicitud del cliente la calibración del instrumento se realizó en las instalaciones de CALIBRATEC S.A.C.
- (\*) Identificación asignado por CALIBRATEC S.A.C. e indicado en una etiqueta adherida al instrumento.



Revisión 00

RT03-F01



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0124-2023**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,3 °C

	Inicial	Final
Humedad	54,0 %	54,0 %

Carga L1		250,000 g	
I	ΔL	E	
g	g	g	
250,00	0,007	-0,002	
250,01	0,005	0,010	
250,00	0,004	0,001	
250,01	0,002	0,013	
250,00	0,005	0,000	
250,01	0,008	0,007	
250,00	0,007	-0,002	
250,00	0,005	0,000	
250,00	0,004	0,001	
250,00	0,008	-0,003	
Dif Máx. Encontrada		0,016	
EMP		0,03	

Carga L2		500,001 g	
I	ΔL	E	
g	g	g	
500,01	0,008	0,006	
500,00	0,005	-0,001	
500,00	0,003	0,001	
500,00	0,006	-0,002	
500,00	0,007	-0,003	
500,00	0,004	0,000	
500,00	0,003	0,001	
500,01	0,007	0,007	
500,00	0,005	-0,001	
500,00	0,006	-0,002	
Dif Máx. Encontrada		0,010	
EMP		0,03	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura	29,4 °C	29,4 °C

	Inicial	Final
Humedad	54,0 %	54,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E <sub>0</sub> g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E <sub>c</sub> g
1	0,100	0,10	0,006	-0,001	150,000	150,00	0,003	0,002	0,003
2		0,10	0,008	-0,003		150,01	0,005	0,010	0,013
3		0,10	0,003	0,002		150,00	0,007	-0,002	-0,004
4		0,09	0,007	-0,012		150,01	0,003	0,012	0,024
5		0,10	0,005	0,000		150,00	0,005	0,000	0,000
Error máximo permitido ( ± )									0,02

Revisión 00



RT03-F01



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0124-2023**

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temperatura	29,5 °C	29,5 °C

	Inicial	Final
Humedad	54,0 %	54,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E <sub>0</sub> 0,100	0,10	0,004	0,001						
0,200	0,20	0,005	0,000	-0,001	0,20	0,003	0,002	0,001	
50,000	50,00	0,008	-0,003	-0,004	50,01	0,004	0,011	0,010	0,01
100,000	100,01	0,003	0,012	0,011	100,00	0,007	-0,002	-0,003	0,02
150,000	150,01	0,006	0,009	0,008	149,99	0,005	-0,010	-0,011	0,02
200,000	200,00	0,007	-0,002	-0,003	200,01	0,007	0,008	0,007	0,02
250,000	250,00	0,005	0,000	-0,001	250,00	0,006	-0,001	-0,002	0,03
300,000	300,01	0,009	0,006	0,005	300,00	0,004	0,001	0,000	0,03
350,000	350,00	0,005	0,000	-0,001	349,99	0,002	-0,007	-0,008	0,03
400,000	400,01	0,004	0,011	0,010	400,00	0,005	0,000	-0,001	0,03
500,001	500,00	0,007	-0,003	-0,004	500,00	0,007	-0,003	-0,004	0,03

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza  
I: Lectura de indicación de la balanza  
E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero  
Ec: Error corregido  
ΔL: Carga incrementada

**Incertidumbre expandida de medición**

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,000077 \text{ g}^2 + 0,0000000040 * R^2}$$

**Lectura corregida de la balanza**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000013 * R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

**13. Incertidumbre**

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

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO



Revisión 00

RT03-F01



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0296-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0205
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>
Marca	FORNEY
Número de Serie	50BS8F976887
Identificación	No indica
Procedencia	U.S.A.
Abertura Nominal	300 µm
Diámetro de bastidor	8 pulgadas
Designación alternativa	#50
5. Fecha de Calibración	2023-08-24

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2023-08-28



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 28/08/2023 09:44:13-0500



Jefe de Laboratorio





#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa tomando las medidas de abertura de la malla y el diámetro del alambre, tomando como referencia la norma ASTM E11 - 22 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

#### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C. ubicado en Av. Chillón Lote 50B Chacaracero Lima - Comas - Trapiche

#### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,2 °C	26,4 °C
Humedad Relativa	51 %	52 %

#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Reticula de medición con incertidumbre del orden de 1,2 $\mu\text{m}$ a 1,5 $\mu\text{m}$	LLA-029-2023

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de **CALIBRADO**.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- Ninguna medición supera la máxima variación de abertura.



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0296-2023

Página 3 de 3

### 11. Resultados

#### ABERTURA DEL TAMIZ

Abertura Promedio $\mu\text{m}$	Abertura Máxima $\mu\text{m}$	Desviación estandar $\mu\text{m}$	Incertidumbre $\mu\text{m}$
309,2	337,0	12,31	5,6

#### ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS (ASTM E11 -22)

Variación de abertura promedio		Máxima variación de abertura $\mu\text{m}$	Máxima desviación estandar $\mu\text{m}$
Mínimo $\mu\text{m}$	Máximo $\mu\text{m}$		
289,6	310,4	358,0	18,15

#### DIÁMETRO DEL ALAMBRE

Diámetro Promedio $\mu\text{m}$	Incertidumbre $\mu\text{m}$	E.M.P. (ASTM E11-22)	
		Máximo $\mu\text{m}$	Máximo $\mu\text{m}$
187,2	6,0	170,0	230,0

### 12. Incertidumbre

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

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

FIN DEL DOCUMENTO





Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0294-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0205
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA SULLANA BELLAVISTA
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>
Marca	FORNEY
Número de Serie	20BS8F966614
Identificación	No indica
Procedencia	U.S.A.
Abertura Nominal	850 µm
Diámetro de bastidor	8 pulgadas
Designación alternativa	#20
5. Fecha de Calibración	2023-08-24

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2023-08-28



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 28/08/2023 09:44:12-0500



Jefe de Laboratorio



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0294-2023

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa tomando las medidas de abertura de la malla y el diámetro del alambre, tomando como referencia la norma ASTM E11 - 22 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C. ubicado en Av. Chillón Lote 50B Chacarcerro Lima - Comas - Trapiche

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,6 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Reticula de medición con incertidumbre del orden de 1,2 $\mu\text{m}$ a 1,5 $\mu\text{m}$	LLA-029-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de **CALIBRADO**.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- Ninguna medición supera la máxima variación de abertura.





Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0294-2023

Página 3 de 3

### 11. Resultados

#### ABERTURA DEL TAMIZ

Abertura Promedio $\mu\text{m}$	Abertura Máxima $\mu\text{m}$	Desviación estandar $\mu\text{m}$	Incertidumbre $\mu\text{m}$
875,3	907,0	16,6	6,9

#### ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS (ASTM E11 -22)

Variación de abertura promedio		Máxima variación de abertura $\mu\text{m}$	Máxima desviación estandar $\mu\text{m}$
Mínimo $\mu\text{m}$	Máximo $\mu\text{m}$		
823,8	876,2	964,0	35,25

#### DIÁMETRO DEL ALAMBRE

Diámetro Promedio $\mu\text{m}$	Incertidumbre $\mu\text{m}$	E.M.P. (ASTM E11-22)	
		Máximo $\mu\text{m}$	Máximo $\mu\text{m}$
472,4	9,7	430,0	580,0

### 12. Incertidumbre

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

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

FIN DEL DOCUMENTO



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0230-2023

Página 1 de 3

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. Expediente           | 0205   |
| 2. Solicitante          | <b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>                          |
| 3. Dirección            | CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA |
| 4. Equipo calibrado     | <b>MOLDE DE CONCRETO</b>   |
| Marca                   | No indica  |
| Número de Serie         | No indica  |
| Modelo                  | No indica  |
| Procedencia             | No indica  |
| Identificación          | 002 (*)  |
| 5. Fecha de Calibración | 2023-08-10   |

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2023-08-16



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16/08/2023 11:34:13-0500



Jefe de Laboratorio







Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0230-2023

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa tomando las medidas del molde de concreto con patrones calibrados

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Obra de CONSULTGEOPAV S.A.C. ubicado en Av. Miguel Grau N° 323 - San Jacinto - Tumbes

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	31 °C	31,5 °C
Humedad Relativa	53 %	54 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
KOSSOMET	Pie de rey con una incertidumbre de 29 µm	DM23-C-0131
METROIL	Cinta métrica con una incertidumbre de 0,5 mm	1AD-0829-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de **CALIBRADO**.
  - Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al equipo.





*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0230-2023

Página 3 de 3

### 11. Resultados

Diámetro mm	Altura mm	Volumen cm <sup>3</sup>
151,65	305,25	5513,5

*Incertidumbre expandida : 0,8 mm*

### 12. Incertidumbre

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

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

FIN DEL DOCUMENTO





Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0228-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0205
2. Solicitante	<b>CONSULTGEOPAV SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>
3. Dirección	CAL. AREQUIPA NRO. 308 - CERCADO URBANO - PIURA - SULLANA - BELLAVISTA
4. Equipo calibrado	<b>TAMIZ</b>
Marca	FORNEY
Número de Serie	BS8F912083
Identificación	No indica
Procedencia	U.S.A.
Abertura Nominal	75 µm
Diámetro de bastidor	8 pulgadas
Designación alternativa	#200
5. Fecha de Calibración	2023-08-09

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2023-08-16



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16/08/2023 11:34:12-0500



Jefe de Laboratorio





**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa tomando las medidas de abertura de la malla y el diámetro del alambre, tomando como referencia la norma ASTM E11 - 22 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Obra de CONSULTGEOPAV S.A.C. ubicado en Av. Miguel Grau N° 323 - San Jacinto - Tumbes

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	28,8 °C	30 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Reticula de medición con incertidumbre del orden de 1,2 µm a 1,5 µm	LLA-029-2023

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de **CALIBRADO**.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- Ninguna medición supera la máxima variación de abertura.
- A solicitud del cliente la calibración del instrumento se realizó en sus instalaciones.



#### 11. Resultados

##### ABERTURA DEL TAMIZ

Abertura Promedio $\mu\text{m}$	Abertura Máxima $\mu\text{m}$	Desviación estandar $\mu\text{m}$	Incertidumbre $\mu\text{m}$
77,4	83,0	3,19	3,6

##### ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS (ASTM E11 -22)

Variación de abertura promedio		Máxima variación de abertura $\mu\text{m}$	Máxima desviación estandar $\mu\text{m}$
Mínimo $\mu\text{m}$	Máximo $\mu\text{m}$		
71,3	78,7	101,00	8,04

##### DIÁMETRO DEL ALAMBRE

Diámetro Promedio $\mu\text{m}$	Incertidumbre $\mu\text{m}$	E.M.P. (ASTM E11-22)	
		Máximo $\mu\text{m}$	Máximo $\mu\text{m}$
44,7	3,7	43,0	58,0

#### 12. Incertidumbre

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

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

FIN DEL DOCUMENTO





# ANEXO N°04: Calibración de máquina de ensayo uniaxial.



Laboratorio pp

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 069 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : T 057-2023  
Fecha de emisión : 2023-02-01

1. Solicitante : CONSULTGEOPAV S.A.C.

Dirección : CAL AREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO -  
BELLAVISTA - SULLANA - PIURA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : GEM INDUSTRIAL  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 190608  
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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.

Punto de Precision 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. Lugar y fecha de Calibración  
CAL AREQUIPA NRO. 308 CERCADO URBANO - BELLAVISTA - SULLANA - PIURA  
29 - ENERO - 2023

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS HIGH WEIGHT	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	33.9	33.8
Humedad %	39	39

#### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





# PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 069 - 2023

Página 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,718	100,228	-0,72	-0,23	100,5	-0,47	0,49
200	201,338	201,632	-0,67	-0,82	201,5	-0,74	-0,15
300	301,173	301,467	-0,39	-0,49	301,3	-0,44	-0,10
400	400,812	400,224	-0,20	-0,06	400,5	-0,13	0,15
500	499,520	499,569	0,10	0,09	499,5	0,09	-0,01
600	599,600	599,404	0,07	0,10	599,5	0,08	0,03
700	698,160	698,258	0,26	0,25	698,2	0,26	-0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.  

$$E_p = \frac{(A-B)}{B} * 100 \quad R_p = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0045x - 1,9457$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

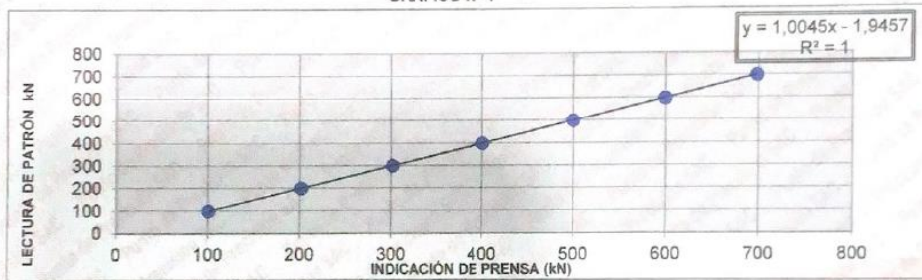
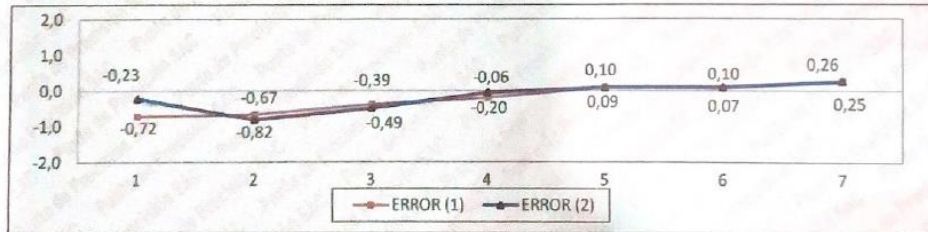


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



**ANEXO N°05:** Panel fotográfico – proceso de experimentación en laboratorio.





























