



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de la ceniza de bambú en el módulo elástico del
concreto del pavimento rígido, San Juan de Lurigancho, 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Aldava Gomez, Bryan Julinho (orcid.org/0000-0003-2887-4466)

Flores Ponte, Katherine Lucia (orcid.org/0000-0001-7746-1305)

ASESOR:

Dr. Bendezu Romero Lenin Miguel (orcid.org/0000-0002-4650-260X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en
todos sus niveles

LIMA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la ceniza de bambú en el módulo elástico del concreto del pavimento rígido, San Juan De Lurigancho, 2024.", cuyos autores son FLORES PONTE KATHERINE LUCIA, ALDAVA GOMEZ BRYAN JULINHO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, 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, 12 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL DNI: 10749998 ORCID: 0000-0002-4650-260X	Firmado electrónicamente por: LBENDEZUR el 12- 07-2024 22:44:27

Código documento Trilce: TRI - 0758528



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ALDAVA GOMEZ BRYAN JULINHO, FLORES PONTE KATHERINE LUCIA estudiantes de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la ceniza de bambú en el módulo elástico del concreto del pavimento rígido, San Juan De Lurigancho, 2024.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
FLORES PONTE KATHERINE LUCIA DNI: 46238590 ORCID: 0000-0001-7746-1305	Firmado electrónicamente por: KFLORESPO el 20-07-2024 15:17:05
ALDAVA GOMEZ BRYAN JULINHO DNI: 77203717 ORCID: 0000-0003-2887-4466	Firmado electrónicamente por: BALDAVA el 20-07-2024 15:10:35

Código documento Trilce: INV - 1766735

Dedicatorias

Bryan Julinho Aldava Gomez

La presente tesis está dedicada a mi familia, por su amor incondicional, apoyo y comprensión a lo largo de este recorrido académico. Sin ustedes, nada de esto sería posible. También a mis maestros y asesores, por la paciencia, guía y sabiduría que me brindaron a lo largo de este viaje.

Katherine Lucia Flores Ponte

Dedico este proyecto principalmente a mis queridos padres, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificio han sido la luz que ha iluminado mi camino a lo largo de esta travesía académica. Sin su constante aliento, este logro no habría sido posible. Para mi querida hermana, cuya constante motivación, apoyo incondicional y amor inquebrantable han sido mi fuente de inspiración. Gracias por ser mi confidente, mi amiga y mi eterna aliada en esta travesía.

Agradecimientos

Bryan Julinho Aldava Gomez

A mi Dios con humildad y gratitud, quiero agradecerte por darme la fortaleza, la sabiduría y la determinación para completar esta tesis.

A mis padres, hermana, amigos quiero expresar mi más profundo agradecimiento por su inquebrantable apoyo y sacrificio a lo largo de mi formación académica.

A mi asesor Ing. Bendezu Romero, Lenin Miguel por su dedicación y profesionalismo en el desarrollo de la tesis.

Katherine Lucia Flores Ponte

A Dios por tu guía constante y tu amor incondicional han sido mi sostén en los momentos de duda y dificultad, a mis padres agradezco también a su guía, aliento y ejemplo, no habría alcanzado este logro. Su constante respaldo ha sido mi mayor fortaleza. Este logro es también suyo, y les estaré eternamente, también a mi asesor de tesis Ing. Bendezu Romero, Lenin Miguel por guiarme en la elaboración del proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Declaración de Autenticidad del Asesor	ii
Declaración de Originalidad de los Autores.....	iii
Dedicatorias	iv
Agradecimientos	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	8
III. RESULTADOS	14
IV. DISCUSIÓN	35
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometría del Agregado Fino	14
Tabla 2 Propiedades Físicas del Agregado Fino	16
Tabla 3 Granulometría del Agregado Grueso	16
Tabla 4 Propiedades Físicas del Agregado Grueso	18
Tabla 5 Granulometría de la ceniza de bambú	19
Tabla 6 Contenido de Humedad de la ceniza de bambú	21
Tabla 7 Diseño de concreto patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	21
Tabla 8 Resistencia a compresión a los 7 días	22
Tabla 9 Resistencia a compresión a los 14 días	24
Tabla 10 Resistencia a compresión a los 28 días	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva Granulométrica del Agregado Fino	15
Figura 2 Curva Granulométrica del Agregado Grueso	17
Figura 3 Curva Granulométrica de la ceniza de bambú	20
Figura 4 Resistencia a la compresión a los 7 días	23
Figura 5 Resistencia a la compresión a los 14 días	25
Figura 6 Resistencia a compresión a los 28 días	26
Figura 7 Resumen resistencia promedio a los 7,14 y 28 días.....	27
Figura 8 Deformación unitaria a los 28 días, muestra patrón	29
Figura 9 Deformación unitaria a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 1%. 29	
Figura 10 Deformación unitaria a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 3%	30
Figura 11 Deformación unitaria a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 5%.	31
Figura 12 Ensanchamiento horizontal a los 28 días, muestra patrón	32
Figura 13 Ensanchamiento horizontal a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al1%	33
Figura 14 Ensanchamiento horizontal a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al3%	33
Figura 15 Ensanchamiento horizontal a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al5%	34

RESUMEN

La investigación titulada "Influencia de la Ceniza de Bambú en el Módulo Elástico del Concreto del Pavimento Rígido, San Juan de Lurigancho, 2024" tiene como objetivo determinar la influencia de la ceniza de bambú en el módulo elástico del concreto del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan de Lurigancho. Según González (2019), la ceniza de bambú es un producto natural derivado de la quema de bambú, caracterizado por su alto contenido de potasio, calcio, magnesio y otros minerales, además de su baja acidez. La variable dependiente del estudio es el módulo elástico del concreto, definido operativamente según la ley de Hooke y calculado mediante ensayos de compresión o flexión (ACI Committee 318, 2011). El estudio se aborda desde un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y nivel experimental, con un diseño experimental. La investigación examina tres hipótesis principales: la incorporación de ceniza de bambú mejorará el ensanchamiento horizontal, la deformación unitaria y el esfuerzo del concreto en pavimentos rígidos. Las variables analizadas incluyen las propiedades físicas del concreto y la dosificación de ceniza de bambú en porcentajes del 1%, 3% y 5%. La metodología incluye la recolección de datos a través de fichas de observación y análisis de resultados de laboratorio. Se miden indicadores como el peso específico del concreto y los porcentajes de materiales, con escalas proporcionales. El estudio busca interpretar, examinar y analizar la influencia de la ceniza de bambú en diversas dimensiones del módulo elástico del concreto, con el fin de mejorar las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la zona de estudio.

Palabras clave: Ceniza de bambú, módulo elástico del concreto, pavimento rígido, ensanchamiento horizontal, deformación unitaria y esfuerzo.

ABSTRACT

The research titled "Influence of Bamboo Ash on the Elastic Modulus of Concrete for Rigid Pavement, San Juan de Lurigancho, 2024" aims to determine the influence of bamboo ash on the elastic modulus of concrete for rigid pavement in the Cangallo sector, San Juan de Lurigancho. According to González (2019), bamboo ash is a natural product derived from burning bamboo, characterized by its high content of potassium, calcium, magnesium, and other minerals, as well as its low acidity. The dependent variable of the study is the elastic modulus of concrete, operationally defined according to Hooke's law and calculated through compression or flexural tests (ACI Committee 318, 2011). The study is approached from a quantitative perspective, applied type, and experimental level, with an experimental design. The research examines three main hypotheses: the incorporation of bamboo ash will improve the horizontal expansion, unit deformation, and stress of concrete in rigid pavements. The analyzed variables include the physical properties of concrete and the dosage of bamboo ash in percentages of 1%, 3%, and 5%. The methodology includes data collection through observation sheets and laboratory results analysis. Indicators such as the specific weight of concrete and the percentages of materials are measured using proportional scales. The study seeks to interpret, examine, and analyze the influence of bamboo ash on various dimensions of the elastic modulus of concrete to improve the mechanical properties of rigid pavement in the study area.

Keywords: Bamboo ash, elastic modulus of concrete, rigid pavement, horizontal expansion, unit deformation, stress.

I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática del pavimento rígido desempeña un papel vital en la infraestructura vial, ya que proporciona una superficie de transporte resistente y duradera. La necesidad de mejorar las características del hormigón utilizado en pavimentos llevó al mapeo de aditivos minerales como agentes de mejora. En este contexto, la ceniza de bambú se ha convertido en un material prometedor debido a su disponibilidad, bajo costo y potencial para mejorar las propiedades del concreto.

Según Boñon (2016) menciona que “a pesar de los avances en la tecnología del concreto, los pavimentos rígidos siguen enfrentando desafíos relacionados con la fisuración, la fatiga y la resistencia a largo plazo. La búsqueda de adiciones minerales efectivas que puedan mejorar la propiedad del concreto ha llevado al interés en la ceniza de bambú, sin embargo, la comprensión completa de su influencia en el módulo elástico del concreto del pavimento rígido aún no ha sido completamente explorada. Esta falta de información limita la capacidad de los ingenieros y diseñadores para al máximo aprovechar de la ceniza su potencial de la ceniza de bambú en la mejora de los pavimentos rígidos, lo que destaca la importancia de abordar esta realidad problemática a través de investigaciones científicas y técnicas.” (p.23).

Ladino (2023), La ceniza de bambú puede ser una alternativa viable para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido. La ceniza de bambú es un subproducto de la quema de residuos de bambú y tiene propiedades cementantes que pueden contribuir a la resistencia y estabilidad del pavimento. Además, su incorporación en el diseño del pavimento rígido puede reducir la cantidad de agregado requerido, lo que disminuiría la dependencia de los recursos no renovables.

Además, se deben realizar pruebas de laboratorio y ensayos de campo para valorar la fuerza del pavimento, la deformación permanente, la solidez a la fatiga y la impermeabilidad, entre otros aspectos relevantes. La aplicación de técnicas de modelado y simulación también puede ser de gran utilidad para predecir el desempeño del pavimento en diferentes escenarios.

La importancia del tema es la formación en ingeniería civil proporciona las habilidades necesarias para abordar desafíos actuales y futuros es por ello que Bautista (2022) comenta que “La investigación es importante porque radica en su capacidad para generar nuevos conocimientos, ampliar fronteras y descubrir de manera ordenada y sistemática hechos que pueden tener un impacto significativo en diversos campos. La investigación permite responder a preguntas poco comunes a través de búsquedas científicas, lo que implica la aplicación de métodos y técnicas del método científico.” (pág. 12).

El objetivo para Infante (2015). “En la investigación se refiere el objetivo general como una meta principal que se pretende alcanzar a través del trabajo o estudio de investigación en cuestión. Es una declaración clara y concisa que resume el propósito general de la investigación y define lo que se busca lograr al finalizar el proyecto.” (pág. 34). Nuestro objetivo general es: Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en el módulo elástico del concreto del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.

Meta y desarrollo sostenible según Fernández (2013) “La sostenibilidad de la investigación también se refiere a la capacidad de sostener y continuar financiando programas a lo largo del tiempo, asegurando la generación continua de conocimientos. Esto incluye una planificación cuidadosa de los recursos necesarios, la creación de alianzas estratégicas y fuentes de financiación sostenibles.” (pág. 7).

La meta con el desarrollo del proyecto es la generación de conocimiento, ya que se va proporcionar una base de conocimientos confiables, proponemos soluciones innovadoras que contribuyan. Al llevar a cabo la investigación, se busca obtener nuevos conocimientos, descubrir nuevas ideas y contribuir al cuerpo existente de conocimiento en el área de estudio.

El problema de la investigación por lo consiguiente realizamos la siguiente pregunta general. ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de bambú influirá en el módulo elástico del concreto para el pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, ¿2024?

Preguntas específicas: PE.1 ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de bambú influirá en el ensanchamiento horizontal en el pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024? PE. 2 ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de bambú influirá en la deformación unitaria del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024? PE.3 ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de bambú influirá en el esfuerzo del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024?

La justificación de este presente trabajo de investigación da la justificación basándose en la adición de ceniza de bambú en el módulo elástico del hormigón del pavimento rígido implica un análisis preciso de las características de este material y de su comportamiento en diferentes condiciones de carga. Se deben considerar aspectos como la granulometría y la fuerza a la compresión de la mezcla, así como la correcta dosificación y mezclado de los materiales. Esta investigación puede proporcionar información valiosa para avanzar hacia prácticas de construcción vial más sostenibles y eficientes.

Objetivos específicos para ello nos formulamos los objetivos específicos siguientes: OE1. Interpretar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en el ensanchamiento horizontal del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024. EO2. Examinar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en la deformación unitaria del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024. EO3. Analizar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en el esfuerzo del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.

Antecedentes internacionales y nacionales. Estudios internacionales relacionados con este estudio.

Ahmet (2020, Turquía) desarrollo una investigación cuya finalidad fue analizar el módulo de elasticidad para hormigón de baja resistencia. La metodología empleada fue experimental de tipo aplicada, en la cual se evaluaron diferentes ecuaciones para estimar el modelo de elasticidad del concreto con fuerza característica entre 6-14

MPa. Como resultado, se obtuvo un valor del módulo de elasticidad para el concreto de baja resistencia estudiado y se concluyó que todas las ecuaciones propuestas son válidas para valorar el modelo de elasticidad de baja resistencia. Este estudio proporciona información útil para futuros diseños y cálculos estructurales que involucren este material.

Según Guamán (Ecuador, 2022), el propósito del estudio fue interpretar el efecto de las fibras de yute como componentes de los áridos del hormigón en la determinación del módulo de elasticidad. Utilizó métodos de investigación experimentales y aplicados, preparando probetas de hormigón con diferentes proporciones de fibras de yute como parte del árido. Luego, se analizó el módulo de elasticidad de cada muestra mediante una variedad de métodos analíticos. Los resultados del estudio mostraron que las fibras de yute como parte de los agregados de hormigón influyen significativamente en el análisis del modelo de elasticidad. Se observó que, a mayor adicción del contenido de fibras de yute en el compuesto, el módulo de elasticidad del hormigón también aumenta, con un cambio promedio del 20%. Esto sugiere que las fibras de yute pueden mejorar las propiedades mecánicas del hormigón.

Nguyen (2022, India) investigó el efecto de la edad del concreto polimérico a base de cenizas volantes sobre su fuerza a la compresión y su modelo de elasticidad. Los métodos utilizados incluyeron diseño experimental, niveles de interpretación y métodos cuantitativos. El procedimiento implicó la preparación de muestras de concreto polimérico a base de cenizas volantes a diferentes edades (7, 14, 28 y 56 días), seguidas de pruebas de fuerza a la compresión y modelo de elasticidad. En resumen, el estudio demostró que la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto polimérico a base de cenizas volantes dependen de su edad, lo que indica la importancia de considerar el tiempo de curado en el diseño y evaluación de dichos materiales de concreto.

Al mismo tiempo, también mencionaremos investigaciones nacionales.

Saca (2022) realizó un estudio cuyo objetivo general fue determinar la adición de ceniza de bambú en hormigón poroso en el año 2021 para perfeccionar las características mecánicas de pavimentos duros en la ciudad del Cusco. Se concluyó

que con un 6% de aditivos la resistencia máxima en 28 días fue de 265 kg/cm². El estudio demuestra que la adicción de ceniza de bambú en el hormigón celular puede ser una elección sustentable y efectiva para perfeccionar las características mecánicas del hormigón rígido.

Farfán y Quispe (2023) llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo fue desarrollar un pavimento duro con hormigón $f'c=210$ kg/cm² con incorporación parcial de ceniza de algarroba para la ciudad de Ayacucho en 2023. Se utilizó un diseño de investigación aplicado, explicativo y experimental. Los métodos de investigación incluyeron la caracterización de materiales, diseño de concreto, preparación de muestras y evaluación de características mecánicas del pavimento. Respondiendo al objetivo, mostró que la adición de ceniza de algarroba aumentó la resistencia y durabilidad del recubrimiento. Se concluyó que la proporción óptima para perfeccionar las características mecánicas del concreto es la adición de ceniza de algarroba en una cantidad del 5% respecto al peso del cemento, proporcionando una alternativa sostenible y económica para la construcción de infraestructuras viales en la región.

Arias (2023) en su búsqueda tuvo como finalidad general crear hormigón permeable utilizando fibras de agave y bambú en Lima para el año 2023. Se evaluaron fibras huecas y de bambú para determinar su efecto sobre la permeabilidad y resistencia del pavimento. Respondiendo al objetivo, mostró que la adición de fibras de agave y bambú aumenta la permeabilidad del concreto sin afectar su resistencia, convirtiéndose en una solución viable y sustentable para pavimentos en Lima.

Neyra (2023) investigó el modelo de elasticidad del hormigón en la región de Lambayeque. La estructura metodológica incluyó un tipo de experimento, método cuantitativo y diseño experimental. La investigación consistió en la realización de pruebas de análisis para determinar el modelo de elasticidad del hormigón en diferentes muestras obtenidas de la región, utilizando equipos y técnicas especializadas para realizar las pruebas y analizar los resultados. Los resultados demostraron que las propiedades mecánicas del módulo de elasticidad, después de 28 días de curado del hormigón, fueron 181063.9 kg/cm², 194779.5 kg/cm² y 246811.2 kg/cm² para las mezclas $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm². Se analizó que el modelo de elasticidad del hormigón en la zona de Lambayeque se encuentra dentro de los

límites de los parámetros que marca la normativa vigente, demostrando que el hormigón empleado en la región cumple con las condiciones de calidad requeridos para su uso en diversas estructuras.

Domínguez (2020) investigó las características mecánicas del hormigón con fuerza a la tracción $f_c=280$ kg/cm² para pavimento, utilizando 5% de ceniza de cáscara de arroz en lugar de cemento. El método de investigación fue un experimento con enfoque cuantitativo, que incluyó ensayos sobre la fuerza a la compresión, impregnación de agua y densidad del hormigón con y sin reemplazo de cemento. Respondiendo al objetivo, mostraron que la sustentación del cemento por 5% de ceniza de cáscara de arroz no afectó significativamente las características mecánicas del hormigón, lo que sugiere que este material alternativo puede ser una opción viable en la construcción de pavimentos.

Chero (2020) analizó el efecto de la influencia de tereftalato de polietileno al concreto sobre el módulo de elasticidad. Utilizó un enfoque experimental para preparar diferentes mezclas de concreto con diversas cantidades de tereftalato de polietileno y medir el módulo de elasticidad de cada mezcla. Productos obtenidos muestran que la influencia de tereftalato de polietileno al concreto aumenta el módulo de elasticidad de -11% a 6%, mejorando así las propiedades mecánicas del material. Esto sugiere que el tereftalato de polietileno puede ser un aditivo prometedor para perfeccionar las características del concreto en aplicaciones estructurales.

Teoría de la mejora de las características mecánicas del concreto: según investigaciones anteriores de Zhang (2015), la incorporación de aditivos minerales como la ceniza de bambú al hormigón puede mejorar sus propiedades mecánicas, como la fuerza a la compresión y la durabilidad. Esto se debe a la reacción puzolánica de la ceniza de bambú con los componentes hidratados del cemento, que fortalece la matriz del hormigón y aumenta su resistencia. (p,92).

Teoría de la reducción de la carbonatación del hormigón: una investigación reciente de Zhu (2020) muestra que la presencia de ceniza de bambú en el hormigón puede

reducir la tasa de carbonatación del material, reduciendo así la corrosión de las barras de acero y extendiendo su vida útil. Esto se debe a la capacidad de la ceniza de bambú para compactar la matriz del hormigón y reducir la permeabilidad, limitando así la difusión de dióxido de carbono. (p,56).

Teoría de la reducción de la contracción del hormigón: según un estudio de Das (2018), la adición de ceniza de bambú al hormigón puede reducir el espasmo del componente durante el desarrollo de endurecimiento y curado. Esto se debe a la capacidad de la ceniza de bambú para absorber parte del agua de la mezcla y controlar la evaporación, reduciendo así la formación de grietas y fisuras en el pavimento rígido. (p,35).

El modelo de elasticidad del concreto es el cálculo de la dureza del componente y la conexión entre la tensión aplicada y la alteración derivado en una muestra de hormigón. Se utiliza para determinar la capacidad del hormigón para soportar cargas externas y redistribuir tensiones en la estructura.

Según Fathifazl, Valipour y Valipour (2011), el modelo de elasticidad del hormigón alcanza cambiar dependiendo de las variantes como la edad del hormigón, proporción agua-cemento, la fuerza a la compresión y la presencia de sustancias. Estos autores también indicaron que el módulo de elasticidad del hormigón se puede determinar mediante ensayos de compresión y flexión en laboratorio. (p,41).

Por otro lado, Mokhtari y Brouani (2018) sostuvieron que el modelo de elasticidad del hormigón alcanza cambiar dependiendo de factores como el tiempo, la humedad y la existencia de grietas en la estructura. Estos autores también enfatizaron la importancia de conocer el modelo de elasticidad del hormigón para calcular la distorsión y capacidad portante de estructuras de concreto. (p,171).

Hipótesis, en conclusión, la hipótesis general se presenta de la siguiente manera. La incorporación de ceniza de bambú influirá en el mejoramiento del módulo elástico del concreto del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024. Como hipótesis específicas, HE1. La incorporación de ceniza de bambú influirá en el mejoramiento del ensanchamiento horizontal del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024. HE2. La incorporación de ceniza de bambú influirá en el mejoramiento de la deformación unitaria del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024. HE3. La incorporación de ceniza de bambú influirá en el mejoramiento del esfuerzo del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.

II. METODOLOGÍA

Según Sampieri (2014), la investigación aplicada consiste en "un proceso sistemático, reflexivo, metódico y controlado que tiene como fin responder a problemas prácticos, con el propósito de responder a la solución, mejoramiento de productos o procesos, o bien al estudio de un fenómeno concreto del mundo real". (p,24).

La investigación aplicada es un método de estudio que tiene como finalidad solucionar la dificultad específico o aplicar conocimientos teóricos en una situación práctica. Este tipo de estudio se destaca por el utilitarismo y la practica directa a la realidad para aportar soluciones prácticas y útiles a la sociedad o la industria.

Según Johnson (2018), el nivel explicativo del estudio se vincula a la complejidad del tema con la que la investigación intenta comprender y explicar el fenómeno o pregunta de investigación. En este nivel el objetivo es establecer relaciones causales, analizar las variables que influyen en el fenómeno y explicar las razones de los resultados obtenidos. (pág. 12).

El nivel explicativo del estudio se vincula a la complejidad del tema con la que la investigación intenta comprender y explicar el fenómeno o pregunta de investigación. En este nivel el objetivo es establecer relaciones causales, analizar las variables que influyen en el fenómeno y explicar las razones de los resultados obtenidos.

Según Sampieri (2014), los métodos de estudio cuantitativa se centran en la recopilación y determinación de fundamentos aritméticos para contestar interrogaciones del estudio y contrastar hipótesis. Este procedimiento tiene las propiedades de objetividad, precisión de la medición, generalización de los resultados y reproducibilidad de la investigación. (p,27).

El enfoque de esta investigación es cuantitativo; "El objetivo de este enfoque es obtener la información numérica y las mediciones necesarias para analizar cómo la ceniza de bambú puede mejorar el rendimiento y las propiedades de los pavimentos rígidos.

Para Zuñiga (2023). La investigación experimental se caracteriza por la manipulación de variables controladas para estudiar y comprender los efectos y relaciones causales entre ellas. Este tipo de investigación tiene como objetivo determinar vínculos de causalidad mediante la observación y medición de fenómenos en condiciones controladas. Este método permite contrastar hipótesis y extraer y inferir sobre los vínculos entre las variables en estudio. (pág. 32).

Por otro lado, Pereyra (2022), La investigación experimental se caracteriza por la manipulación de variables controladas para estudiar y comprender los efectos y relaciones causales entre ellas. Este tipo de investigación tiene como objetivo establecer relaciones de causa y efecto mediante la observación y medición de fenómenos en condiciones controladas. Este método permite probar hipótesis y sacar conclusiones sobre las relaciones entre las variables en estudio. (p,34).

Variables y operacionalización. En este estudio tenemos como variable independiente: Ceniza de bambú.

Para Gonzalez. (2019), menciona como definición conceptual que la ceniza de bambú es un producto natural derivado de la quema de bambú, que se caracteriza por su rico en potasio, calcio, magnesio y otros minerales, así como por su baja acidez. (pág. 33).

La definición operacional: sobre la adicción de la ceniza de bambú en el modelo elástico del hormigón del pavimento rígido, la definición operacional del factor independiente sería la cantidad de ceniza de bambú añadida al concreto (1%, 3% y 5% ,Cómo adición en relación al peso del cemento)

Del proyecto obtenemos la variable dependiente que es el Módulo elástico del concreto para responder nuestros objetivos planteados.

La definición conceptual según Mindess y Darwin, D mencionan que el modelo elástico del hormigón, asimismo conocido como modelo de elasticidad o módulo de Young, es una característica mecánica que define la dureza del componente y su habilidad de distorsionarse elásticamente bajo presión. Se refiere a la descripción entre la determinación aplicada y la distorsión resultante en el concreto.(2003).

Según ACI Committee 318 (2011) como definición operacional menciona que: “el modelo elástico del hormigón se determina a partir de la ley de Hooke, que dispone que el módulo de elasticidad (E) es igual al esfuerzo dividido por la deformación. En el caso del concreto, el módulo elástico se puede determinar mediante ensayos de compresión o flexión.” (pág. 97).

Población y muestra. Para Sampieri (2014), define a la **población** como un grupo de componente o sujeto que coinciden propiedades o atributos similares y son tema de una investigación particular.

Es por ello que se consideró como población 9 probetas para el diseño convencional y 45 con el diseño de ceniza de bambú con diferentes porcentajes. Obteniendo 54 probetas que conforman nuestra población.

Dentro de lo que es el criterio de inclusión se tendrán en cuentas para la elaboración de probetas de concreto generalmente incluye factores como la correcta proporción de ingredientes (cemento, agua, agregados, etc.).

Como criterios de exclusión se tendrá que excluir la presencia de fisuras o defectos en las probetas también puede ser motivo de exclusión, ya que afecta la representatividad de los desenlaces alcanzados en los ensayos de resistencia del concreto.

Para Sampieri. La muestra se trata de una parte representativa del grupo investigado (2014). De tal modo para nuestro ensayo tendremos 36 probetas con las dosificaciones de ceniza de bambú.

El propósito del muestreo se refiere al proceso de seleccionar una muestra representativa es por eso que Sampieri, nos dice que el investigador tiene el control más preciso sobre quiénes participan en el estudio. (2014).

Recolección de datos. Según Martínez. (2022). Los procedimientos de recopilación de información en la investigación implican recolectar y medir información de diversas fuentes para obtener una imagen general del tema de estudio. Estos datos se pueden recopilar utilizando diversos métodos y herramientas, como observaciones, cuestionarios, entrevistas y escalas. El propósito del estudio determinará cuál se utilizará, aunque se puede implementar más de uno en un estudio a la vez. Estas herramientas se utilizan en diversas ciencias, y una vez recopilada la información, se debe analizar para convertirla en nuevos conocimientos. (pág. 38-39).

Por otro lado, Mendoza nos dice que: "Para una recopilación de datos eficaz, es importante considerar aspectos como la selección de muestras, el desarrollo de instrumentos de medición adecuados y estrategias de planificación para respaldar la aceptabilidad y credibilidad de las informaciones alcanzadas." (pág. 51).

Según lo citado anteriormente en el presente trabajo se realizará las fichas técnicas para recolección de datos para cada prueba y análisis de prueba para evaluar el modelo elástico del hormigón modificadas con ceniza de bambú.

- Procedimiento para la variable: Ceniza de bambú
 - Paso N°1: Compra y recolección de bambú. Este primer paso consiste en la adquisición y recolección del bambú necesario para el estudio. El bambú debe ser de alta calidad y se debe recolectar en condiciones óptimas para asegurar que el material obtenido sea adecuado para la quema y producción de ceniza.
 - Paso N°2: Proceder a quemar el bambú para obtener la ceniza. Una vez recolectado el bambú, se procederá a quemarlo en un ambiente controlado para obtener la ceniza. Este proceso debe realizarse cuidadosamente para asegurar que la ceniza obtenida sea homogénea y libre de impurezas. La temperatura y el tiempo de quema deben ser monitoreados constantemente.
 - Paso N°3: Trasladar las muestras al laboratorio. Las cenizas obtenidas deben ser transportadas al laboratorio en condiciones que eviten la contaminación y pérdida del material. Una vez en el laboratorio, se procederá a la caracterización de las cenizas para su uso en las mezclas de concreto.

- Procedimiento para la variable: Módulo elástico del concreto
 - Paso N°1: Diseño de mezcla patrón. El Concepto de la mezcla modelo implica establecer una receta estándar de concreto sin aditivos, que servirá como referencia para comparar los efectos de la incorporación de la ceniza de bambú. Esta mezcla debe cumplir con los requisitos normativos y de calidad establecidos para concreto estructural.
 - Paso N°2: Diseño de mezcla con ceniza de bambú (1%, 3% y 5%). Se prepararán diferentes mezclas de concreto incorporando ceniza de bambú en proporciones del 1%, 3% y 5% en relación al peso del cemento. Cada

mezcla debe ser homogénea y bien distribuida para asegurar resultados consistentes y fiables.

- Paso N°3: Realización de probetas.
Con las mezclas preparadas, se procederá a la fabricación de probetas de concreto, las cuales serán curadas y sometidas a pruebas de laboratorio. Estas probetas permitirán evaluar el modelo elástico del hormigón con diferentes dosificaciones de ceniza de bambú. Los ensayos se realizarán siguiendo normativas técnicas para asegurar la validez de los resultados.

Métodos para el análisis de datos tenemos:

Ensayo de compresión axial. Este método se sustenta en exponer las probetas de concreto a una carga axial de compresión donde que se produzca la falla. La prueba se realiza utilizando una máquina de compresión y se registran las cargas y deformaciones. El objetivo es determinar la fuerza a la compresión del hormigón, lo cual es importante para examinar su capacidad de soportar cargas estructurales.

Ensayo del módulo de elasticidad. El ensayo del modelo de elasticidad se lleva a cabo para medir la rigidez del concreto, es decir, su capacidad para deformarse elásticamente bajo una carga aplicada. Durante el ensayo, las probetas de concreto se someten a cargas controladas y se mide la proporción entre esfuerzo y la alteración producida. Esta prueba permite determinar el modelo de elasticidad, que es una variable crucial para el diseño y inspección de edificación de hormigón.

Aspectos éticos para Balaguera, (2023). El aspecto ético de la investigación se refiere a la observancia y aplicación de principios morales y normas de conducta en el avance del estudio experimental. En el contexto de la ingeniería civil, estos aspectos éticos incluyen la responsabilidad de los investigadores de garantizar la integridad, el compromiso con la transparencia y el respeto a los derechos humanos en todas nuestras actividades de investigación y desarrollo es fundamental. Esto implica tomar en cuenta tanto las consecuencias sociales y ambientales de nuestros proyectos, así como garantizar la protección de la dignidad y los derechos de las comunidades involucradas. (pág. 91).

III. RESULTADOS

3.1 Análisis e interpretación de datos

3.1.1 Propiedades del agregado fino, grueso y ceniza de bambú

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO

ARENA GRUESA.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La **Tabla 1** muestra el análisis granulométrico del material mineral fino, específicamente arena gruesa, con un peso total de 664.3 gramos. Los datos proporcionados incluyen las fracciones de diferentes tamices, el peso retenido, el porcentaje que se mantiene, el porcentaje total retenido y el porcentaje que pasa a través de cada filtro.

Tabla 1 Granulometría del Agregado Fino

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12.5					
3/8"	9.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
N°4	4.75	25.4	3.8	3.8	96.2	95 - 100
N°8	2.38	121.4	18.3	22.1	77.9	80 - 100
N°16	1.19	133.3	20.1	42.2	57.8	50 - 85
N°30	0.6	120.5	18.1	60.3	39.7	25 - 60
N°50	0.3	104.5	15.7	76.0	24.0	5 - 30
N°100	0.15	95.9	14.4	90.5	9.5	0 - 10
FONDO		63.3	9.5	100.0	0.0	0 - 0

El análisis granulométrico es fundamental para asegurar que los agregados utilizados en la mezcla de concreto cumplan con las especificaciones requeridas para obtener las propiedades mecánicas deseadas. En la matriz de consistencia de la tesis, se busca mejorar el modelo elástico del hormigón mediante la incorporación de ceniza de bambú. La granulometría del agregado fino afecta directamente la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto, esto es fundamental para que el proyecto tenga éxito.

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA

La **Figura 1** presenta la curva granulométrica del agregado fino, comparando los resultados obtenidos con los valores del huso normativo NTP 400.037. Esta curva es esencial para entender el reparto de la medida de los granos del agregado fino utilizado en la mezcla de concreto.

Análisis de la Curva Granulométrica:

- La curva azul representa la granulometría del agregado fino, mientras que la curva roja muestra los límites del huso normativo NTP 400.037.
- El reparto de la medida de los granos del agregado fino se encuentra mayormente dentro de los límites especificados por la normativa, lo que indica una adecuada calidad del material para su uso en la mezcla de concreto.

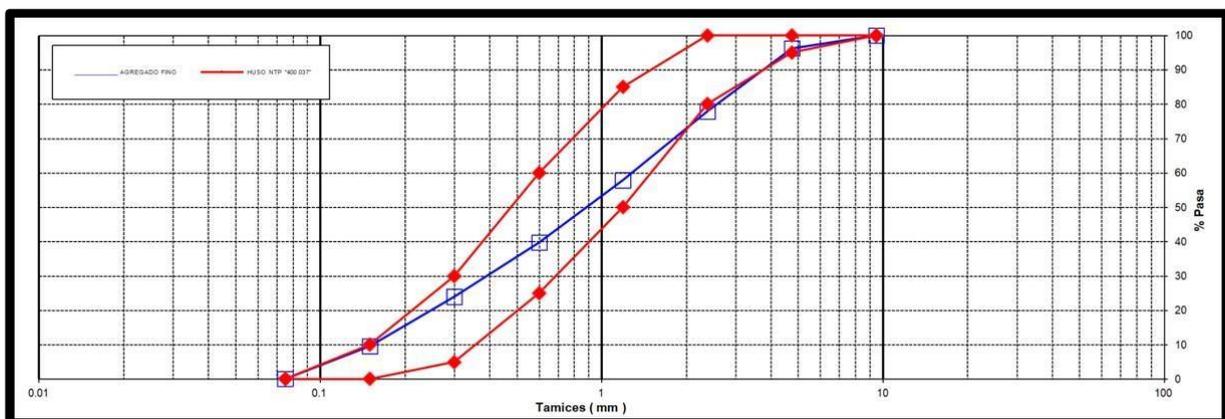


Figura 1 Curva Granulométrica del Agregado Fino

La granulometría del agregado fino es un factor crucial que afecta las características del hormigón, incluyendo su trabajabilidad, fuerza y sustentabilidad. Asegurar que el agregado fino cumpla con los estándares granulométricos es vital para garantizar que las mezclas de concreto (tanto las mezclas patrón como las que contienen ceniza de bambú en diferentes proporciones) presenten un comportamiento predecible y adecuado en términos de sus propiedades mecánicas.

C) PROPIEDADES FÍSICAS

La **Tabla 2** presenta las características físicas del agregado fino, incluyendo Las medidas de finura, densidad suelta, densidad compactada, densidad específica, humedad y absorción de un material. Estos parámetros son cruciales para determinar la calidad y adecuación del agregado fino para su uso en mezclas de concreto.

Tabla 2 *Propiedades Físicas del Agregado Fino*

Módulo de Fineza	2.95
Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1,519
Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	1,711
Peso Específico	2.60
Contenido de Humedad (%)	1.63
Porcentaje de Absorción (%)	1.52

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO

PIEDRA CHANCADA .

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La Tabla 3 presenta el análisis granulométrico del agregado grueso, específicamente de la piedra chancada procedente de la cantera Gloria. Este análisis incluye el peso retenido y el porcentaje que pasa por diferentes tamices, con un peso total de 3240.1gramos.

Tabla 3 *Granulometría del Agregado Grueso*

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1" - 1/2"
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
1"	25	93.7	2.9	2.9	97.1	90 - 100
3/4"	19	1772.4	54.7	57.6	42.4	20 - 55
1/2"	12.5	1266.8	39.1	96.7	3.3	0 - 10
3/8"	9.5	76.6	2.4	99.1	0.9	0 - 5
N°4	4.75	6.7	0.4	99.4	0.6	-
N°8	2.38	3.8	0.1	99.5	0.5	-
N°16	1.19					-
FONDO						

La granulometría del agregado grueso es esencial para asegurar una mezcla de concreto homogénea y de alta calidad, lo cual es crucial para obtener resultados fiables en las pruebas de características mecánicas.

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA

La Figura 2 muestra la curva granulométrica del agregado grueso, comparando los resultados obtenidos con los valores del huso normativo NTP 1" - 1/2". La curva proporciona una representación visual del reparto de la medida de los granos del agregado grueso.

La curva azul representa la granulometría del agregado grueso, mientras que la curva roja muestra los límites del huso normativo NTP.

El reparto de la medida de los granos del agregado grueso se encuentra mayormente dentro de los límites especificados por la normativa, lo que indica una adecuada calidad del material para su uso en la mezcla de concreto.

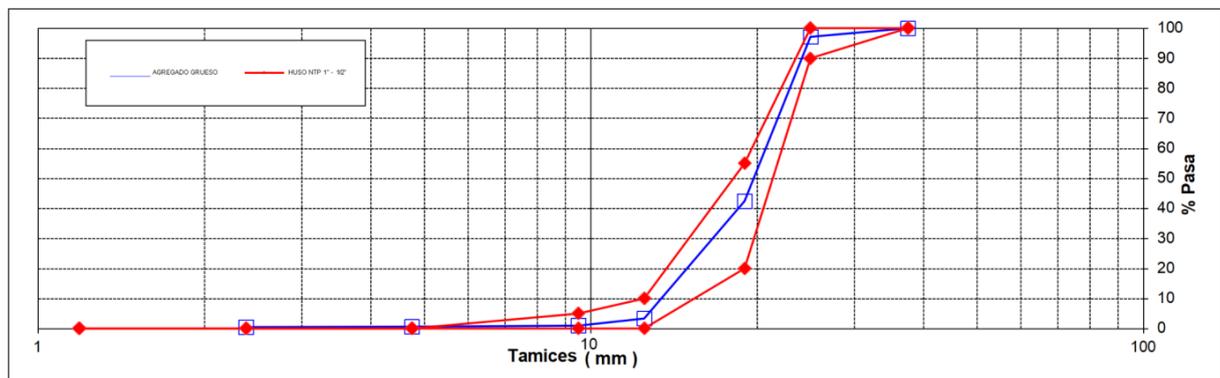


Figura 2 Curva Granulométrica del Agregado Grueso

C) PROPIEDADES FÍSICAS

La Tabla 4 presenta las características físicas del agregado grueso, esto incluye el tamaño máximo permitido, el grado de finura, la densidad suelta, la densidad compactada, la densidad específica, la cantidad de agua presente y la capacidad de absorción.

Tabla 4 *Propiedades Físicas del Agregado Grueso*

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7.55
Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1,457
Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	1,653
Peso Específico	2.86
Contenido de Humedad (%)	0.42
Porcentaje de Absorción (%)	0.45

Asegurar que los agregados gruesos utilizados presenten propiedades físicas adecuadas y una granulometría compatible es fundamental para obtener resultados fiables en los ensayos de propiedades mecánicas.

CARACTERÍSTICAS DE LA CENIZA DE BAMBÚ:

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

La Tabla 5 presenta el análisis granulométrico de la ceniza de bambú utilizando el método de tamizado según ASTM D422 / MTC-E107, con un peso global (seco) de 79.2 gramos. La información presentada en la tabla indica la cantidad de material que queda atrapado en cada tamiz y el porcentaje de material que logra pasar a través de ellos.

Tabla 5 Granulometría de la ceniza de bambú

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	--	--	100.0
1 1/2"	37.500	--	--	100.0
1"	25.000	--	--	100.0
3/4"	19.000	--	--	100.0
3/8"	9.500	--	--	100.0
N° 4	4.750	--	--	100.0
N° 10	2.000	--	--	100.0
N° 20	0.850	--	--	100.0
N° 40	0.425	10.0	12.6	87.4
N° 60	0.250	13.1	16.5	70.8
N° 140	0.106	14.5	18.3	52.5
N° 200	0.075	16.2	20.5	32.1
-200.00		25.4	32.1	0.0
% Grava	[N° 4 < f < 3"]		0.0	
% Arena	[N° 200 < f < N° 4]		67.9	
% Finos	[< N° 200]		32.1	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA

La Figura 3 muestra la curva granulométrica de la ceniza de bambú, que proporciona una representación visual del reparto de la medida de los granos de la ceniza. Esta curva es esencial para asegurar que la ceniza de bambú tenga una granulometría adecuada para su incorporación en la mezcla del hormigón.

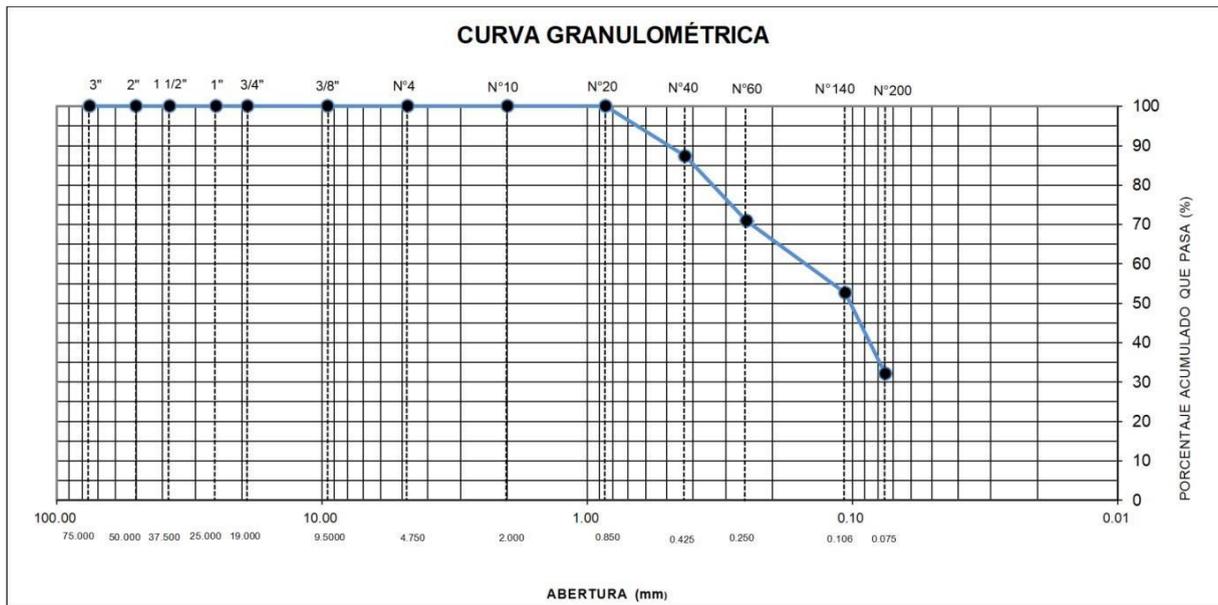


Figura 3 Curva Granulométrica de la ceniza de bambú.

La distribución de las partículas de la ceniza de bambú muestra que la mayoría pasaa través de los tamices más grandes (3" a N°10) y se empieza a retener significativamente a partir del tamiz N°40.

Los tamices N°40, N°60, N°140 y N°200 retienen una cantidad progresiva de material, mostrando una disminución en el porcentaje de partículas que pasan al reducirse la apertura del tamiz.

C) ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216, MTC E 108

La Tabla 6 presenta los resultados de las pruebas de cantidad de humedad de la ceniza de bambú, realizado según las normas ASTM D2216 y MTC E108. Esta prueba determina la proporción de agua presente en la ceniza de bambú, lo cual es crucial para ajustar la proporción de agua en el mortero de concreto.

Tabla 6 Contenido de Humedad de la ceniza de bambú.

Recipiente N°		1	2
Masa de suelo humedo + recipiente	g	123.2	88.1
Masa de suelo seco + recipiente	g	122.9	87.9
Masa de recipiente	g	54.5	24.8
Masa de agua	g	0.3	0.2
Masa de suelo seco	g	68.4	63.1
Contenido de agua	%	0.4	0.3
Contenido de Humedad (%)		0.4	

Estos valores indican que la ceniza de bambú tiene un contenido de humedad bajo, lo cual es favorable para su uso en mezclas de concreto, ya que minimiza la cantidad de agua adicional necesaria para alcanzar la trabajabilidad deseada.

3.2 Diseño de mezcla

A continuación, se describen los valores que se tuvieron en cuenta para el diseño de la mezcla patrón, así como la incorporación de ceniza de bambú en proporciones del 1%, 3% y 5%.

Tabla 7 Diseño de concreto patrón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de Concreto	Cemento (kg)	Arena (kg)	Piedra (kg)	Agua (lt)	Aditivo Ceniza de Bambú (kg)	Densidad (kg/m ³)
Concreto Patrón	300	843	1034	194	0	2372
1% Ceniza de Bambú	297	843	1034	194	3	2355
3% Ceniza de Bambú	291	843	1034	194	9	2312
5% Ceniza de Bambú	285	843	1034	194	15	2288

La **Tabla 7** presenta los criterios considerados para la elaboración de la composición de mezclas de hormigón patrón y las mezclas con adición de 1%, 3%, y 5% de ceniza de bambú. Se detallan las cantidades de cemento, arena, piedra, agua, aditivo de ceniza de bambú y la densidad resultante de cada tipo de concreto.

La tabla de diseño de mezclas muestra claramente cómo se ajustan las proporciones de los materiales para incluir la ceniza de bambú, manteniendo constantes otras variables como la cantidad de arena, piedra y agua.

La reducción en la cantidad de cemento y el aumento en la densidad con mayores proporciones de ceniza de bambú son consistentes con la hipótesis de que la ceniza de bambú puede mejorar las características mecánicas del concreto.

Los datos presentados son esenciales para desarrollar pruebas de compresión axial y modelo de elasticidad, los cuales proporcionarán evidencia empírica sobre la adicción de la ceniza de bambú en el hormigón.

OE1: Analizar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en el esfuerzo del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024

A continuación, se detalla cómo se calculó el esfuerzo, se refiere a la carga máxima que puede soportar antes de romperse. Se mide en unidades de fuerza por área, como psi (libras por pulgada cuadrada) o MPa (megapascuales). Donde se describen los resultados obtenidos al realizar el ensayo de la capacidad de resistir una fuerza de compresión en las muestras elegidas a las edades de 7, 14 y 28 días.

La Tabla 8 muestra los resultados de la prueba de fuerza a compresión de las probetas de hormigón con diferentes proporciones de ceniza de bambú (0%, 1%, 3%, y 5%) a los 7 días. Se describen el espécimen identificado, la fecha en que se realizó el vaciado y la edad de las muestras, el diámetro, la fuerza máxima aplicada, el área de las probetas, el esfuerzo en kg/cm², y el tipo de falla.

Tabla 8 Resistencia a compresión a los 7 días.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Patrón 0%	20/05/2024	7	101.0	118.64	80.12	151	3
Patrón 0%	20/05/2024	7	101.2	128.12	80.44	162	2
Patrón 0%	20/05/2024	7	101.8	120.62	81.31	151	2
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.4	127.77	80.75	161	2
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	102.2	128.25	82.03	159	3
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.9	123.95	81.47	155	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	102.3	127.11	82.19	158	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	102.3	129.81	82.19	161	3
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.4	128.94	80.67	163	3
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.8	120.67	81.39	151	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.2	123.67	80.36	157	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	102.6	126.98	82.60	157	3

- **Concreto Patrón (0% Ceniza de Bambú):** Esfuerzo promedio de 155 kg/cm².
- **1% Ceniza de Bambú:** Esfuerzo promedio de 160 kg/cm².
- **3% Ceniza de Bambú:** Esfuerzo promedio de 162 kg/cm².
- **5% Ceniza de Bambú:** Esfuerzo promedio de 155 kg/cm².

La Figura 4 visualiza los datos de fuerza a compresión a los 7 días para las diferentes proporciones de ceniza de bambú. Los resultados indican un aumento en la fuerza con la adición de ceniza de bambú hasta el 3%, seguido de una leve disminución al 5%.

- El concreto con 3% de ceniza de bambú muestra la mayor resistencia a compresión a los 7 días, alcanzando 162 kg/cm².
- El concreto con 1% de ceniza de bambú también muestra una mejora en la resistencia (160 kg/cm²) en comparación con el concreto patrón.
- La resistencia del concreto con 5% de ceniza de bambú (155 kg/cm²) es similar a la del concreto patrón.

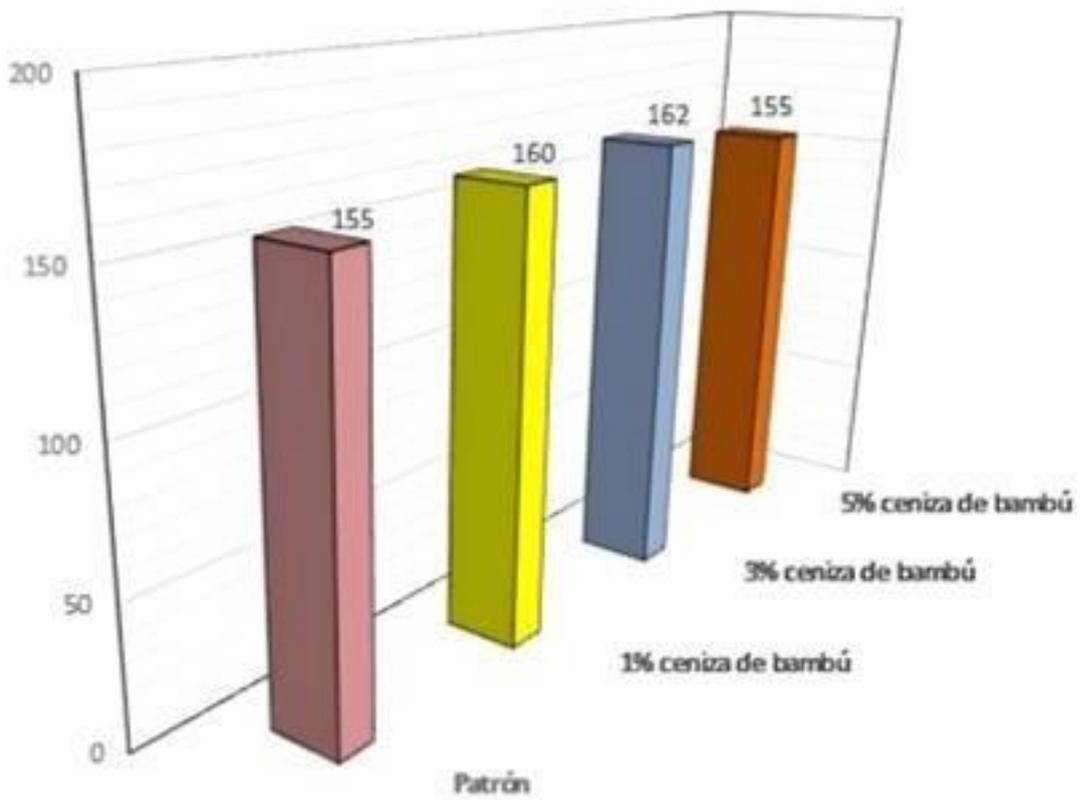


Figura 4 Resistencia a la compresión a los 7 días

La Tabla 9 muestra los resultados de la prueba de fuerza a compresión de las probetas de concreto con diferentes proporciones de ceniza de bambú (0%, 1%, 3%,y 5%) a los 14 días. Se describen el espécimen identificado, la fecha en que se realizó el vaciado y la edad de las muestras, el diámetro, la fuerza máxima aplicada, el área de las probetas, el esfuerzo en kg/cm², y el tipo de falla.

- Concreto Patrón (0% Ceniza de Bambú): Esfuerzo promedio de 203 kg/cm².
- 1% Ceniza de Bambú: Esfuerzo promedio de 209 kg/cm².
- 3% Ceniza de Bambú: Esfuerzo promedio de 211 kg/cm².
- 5% Ceniza de Bambú: Esfuerzo promedio de 190 kg/cm².

Tabla 9 Resistencia a compresión a los 14 días

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Patrón 0%	20/05/2024	14	101.7	163.51	81.15	205	2
Patrón 0%	20/05/2024	14	101.8	159.49	81.31	200	2
Patrón 0%	20/05/2024	14	101.5	160.37	80.83	202	2
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	101.7	167.32	81.23	210	1
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	101.8	165.46	81.31	207	1
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	102.0	164.44	81.71	205	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	102.0	165.52	81.63	207	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	100.9	165.47	79.88	211	1
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	100.8	165.41	79.80	211	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	101.7	164.75	81.15	207	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	102.3	143.95	82.19	179	1
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	102.0	153.12	81.63	191	1

La Figura 5 visualiza los valores de la capacidad de resistir una fuerza de compresión a los 14 días para las diferentes proporciones de ceniza de bambú. Los resultados indican un aumento en la resistencia con la adición de ceniza de bambú hasta el 3%, seguido de una disminución al 5%.

- El concreto con 3% de ceniza de bambú muestra la mayor resistencia a compresión a los 14 días, alcanzando 211 kg/cm².
- El concreto con 1% de ceniza de bambú también muestra una mejora en la resistencia (209 kg/cm²) en comparación con el concreto patrón.
- La resistencia del concreto con 5% de ceniza de bambú (190 kg/cm²) es menor que la del concreto patrón.

Los datos obtenidos son coherentes con la metodología experimental y los objetivos de la investigación, demostrando que la incorporación de ceniza de bambú puede mejorar la fuerza a compresión del concreto en ciertas proporciones.

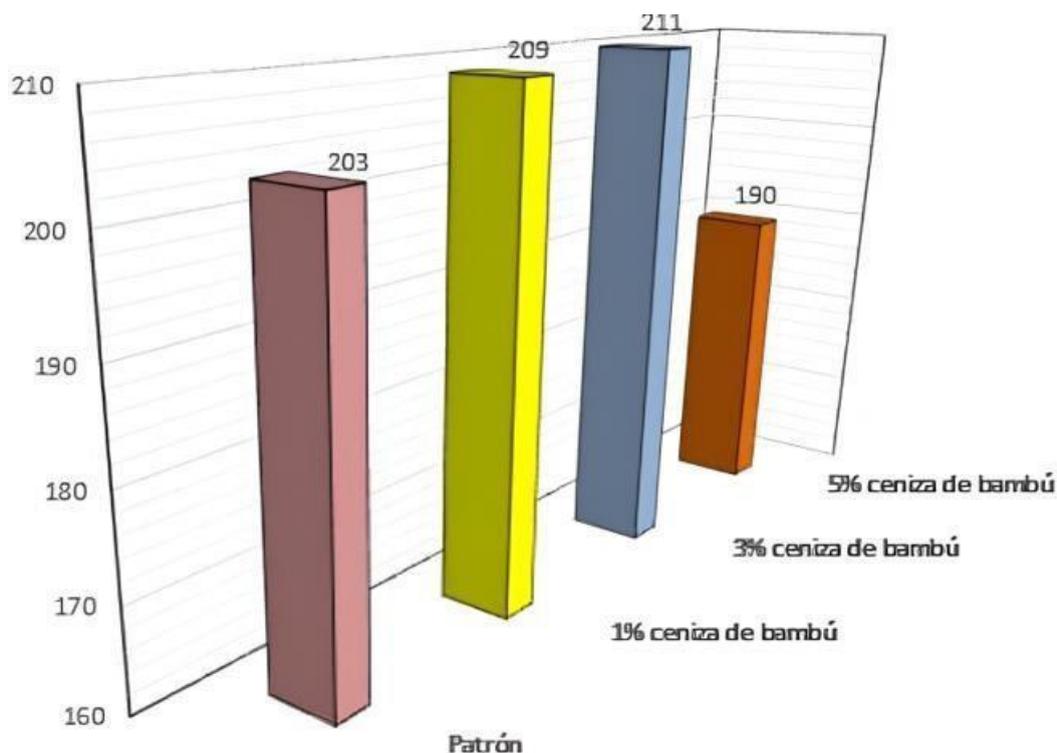


Figura 5 Resistencia a la compresión a los 14 días

La Tabla 10 muestra los resultados de la prueba de fuerza a compresión de las probetas de concreto con diferentes proporciones de ceniza de bambú (0%, 1%, 3%,y 5%) a los 28 días. Se describen el espécimen identificado, la fecha en que se realizó el vaciado y la edad de las muestras, el diámetro, la fuerza máxima aplicada, el área de las probetas, el esfuerzo en kg/cm², y el tipo de falla.

- Concreto Patrón (0% Ceniza de Bambú): Esfuerzo promedio de 218 kg/cm².
- 1% Ceniza de Bambú: Esfuerzo promedio de 224 kg/cm².
- 3% Ceniza de Bambú: Esfuerzo promedio de 220 kg/cm².
- 5% Ceniza de Bambú: Esfuerzo promedio de 211 kg/cm².

La Figura 6 visualiza los valores de la capacidad de resistir una fuerza de compresión a los 28 días para las diferentes proporciones de ceniza de bambú. Los resultados indican un aumento en la resistencia con la adición de ceniza de bambú hasta el 1%, seguido de una disminución al 5%.

- El concreto con 1% de ceniza de bambú muestra la mayor capacidad de resistir una fuerza de compresión a los 28 días, alcanzando 224 kg/cm².
- El concreto con 3% de ceniza de bambú también muestra una mejora en la resistencia (220 kg/cm²) en comparación con el concreto patrón.

- La resistencia del concreto con 5% de ceniza de bambú (211 kg/cm²) es menor que la del concreto patrón.

Tabla 10 Resistencia a compresión a los 28 días

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Patrón 0%	20/05/2024	28	101.9	174.14	81.55	218	3
Patrón 0%	20/05/2024	28	102.7	172.02	82.84	212	3
Patrón 0%	20/05/2024	28	101.8	179.06	81.39	224	3
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.4	174.85	80.75	221	3
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	102.4	181.66	82.27	225	3
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.5	176.40	80.83	222	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.3	174.05	80.52	220	3
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.5	177.55	80.83	224	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	102.4	173.24	82.35	214	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.7	167.66	81.23	210	3
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	100.9	168.33	79.96	215	1
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	102.0	169.11	81.63	211	2

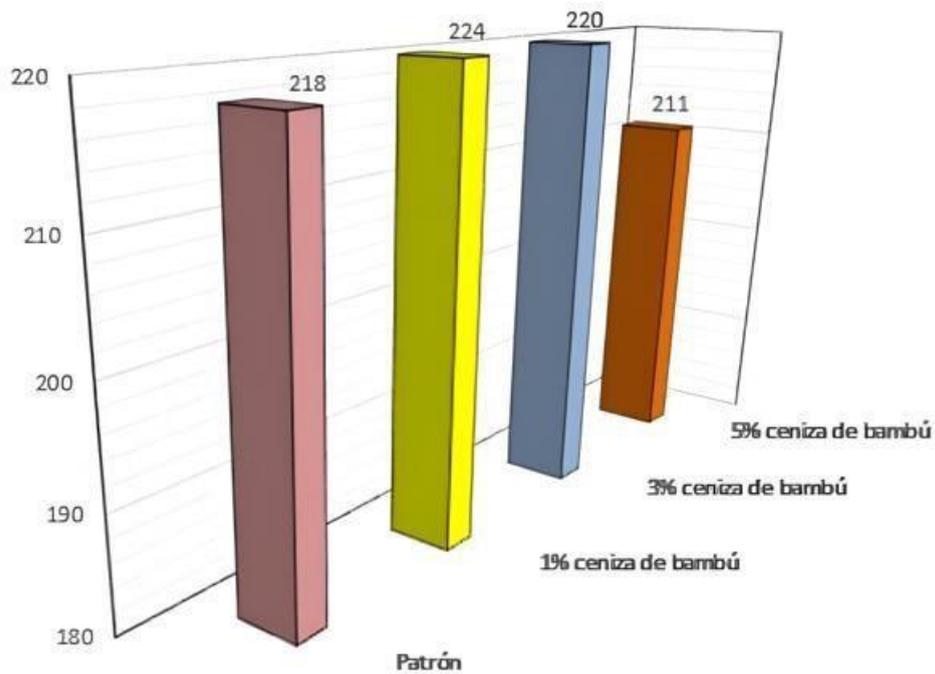


Figura 6 Resistencia a compresión a los 28 días

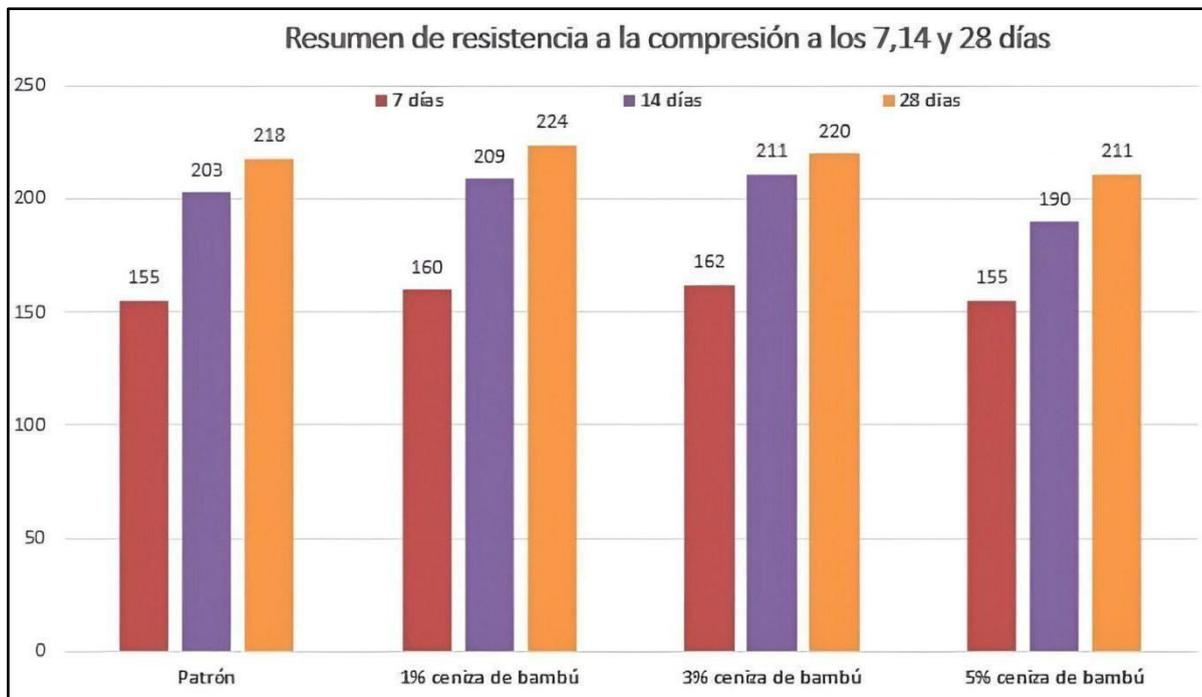


Figura 7 Resumen resistencia promedio a los 7,14 y 28 días

La Figura 7 presenta un resumen de la capacidad de resistir una fuerza de compresión promedio de los concretos con diferentes proporciones de ceniza de bambú (0%, 1%, 3%, y 5%) a los 7, 14, y 28 días. Los datos indican variaciones en la capacidad de resistir una fuerza de compresión con la incorporación de diferentes proporciones de ceniza de bambú.

Mejora Inicial con Ceniza de Bambú:

La adición de ceniza de bambú mejora la capacidad de resistir una fuerza de compresión del concreto en las primeras etapas de curado (7 y 14 días). Esto es evidente con la mejora en resistencia del concreto con 1% y 3% de ceniza de bambú comparado con el concreto patrón.

Óptimo al 1% y 3% de Ceniza de Bambú:

La mayor capacidad de resistir una fuerza de compresión se alcanza con 1% y 3% de ceniza de bambú a los 28 días, superando al concreto patrón. Esto sugiere que estos porcentajes de adición de ceniza de bambú son óptimos con el objetivo de aumentar la resistencia física del concreto.

Con 1% de ceniza de bambú, la capacidad de resistir una fuerza de compresión alcanza 224 kg/cm² a los 28 días, y con 3% de ceniza de bambú, la resistencia es de 220 kg/cm².

Disminución con 5% de Ceniza de Bambú:

Aunque hay una mejora inicial en la resistencia a los 7 días, la adición de 5% de ceniza de bambú resulta en una disminución en la capacidad de resistir una fuerza de compresión a los 14 y 28 días comparado con las mezclas con 1% y 3%. La resistencia a los 28 días (211 kg/cm²) sigue siendo comparable con el concreto patrón, pero inferior a las otras mezclas con ceniza de bambú.

OE2. Examinar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en la deformación unitaria del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024

A continuación se presentan los resultados en los gráficos de la deformación unitaria axial al cual se asemeja más a la deformación unitaria, ya que se refiere a la relación entre la variación de longitud final y la longitud original de un material sometido a una carga axial. Donde se detallan la muestra patrón y las incorporaciones de ceniza de bambú de 1%,3% y 5% de las probetas a la edad de 28 días.

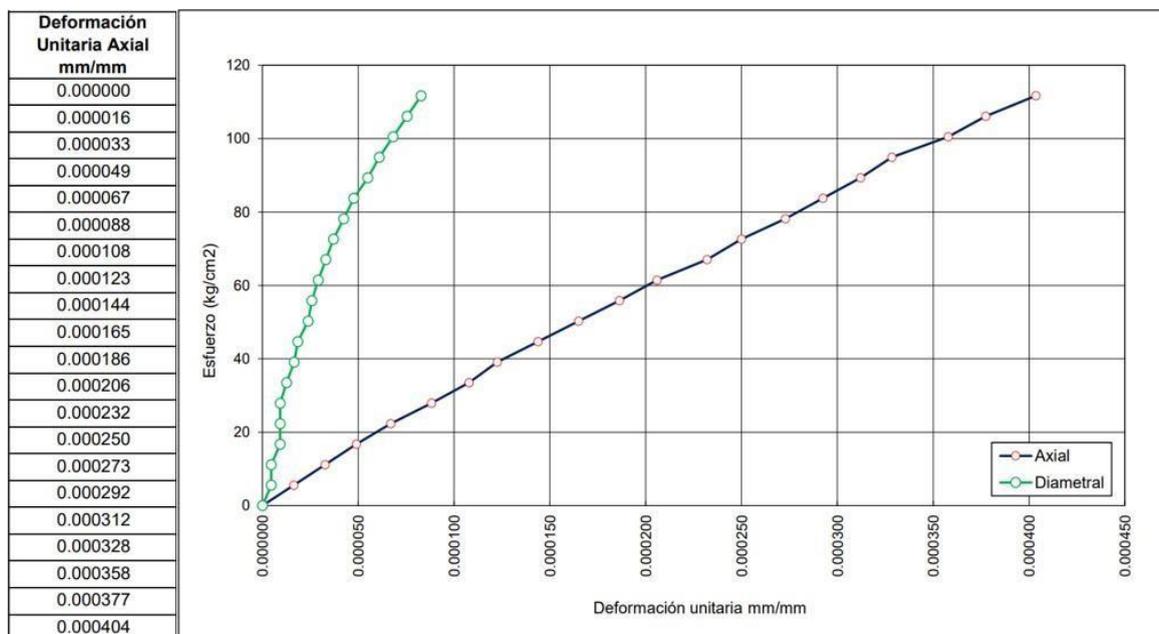


Figura 8 Deformación unitaria a los 28 días, muestra patrón

La Figura 8 muestra la relación entre la tensión aplicada y la deformación unitaria axial y diametral del concreto patrón a los 28 días. Se observa que la curva axial sigue unatendencia lineal, mientras que la curva diametral presenta una mayor pendiente al inicio, lo que indica una mayor deformación inicial.

La comparación con las muestras con ceniza de bambú permitirá evaluar si la adición de ceniza de bambú reduce la deformación unitaria axial y diametral, mejorando así las propiedades mecánicas del concreto.

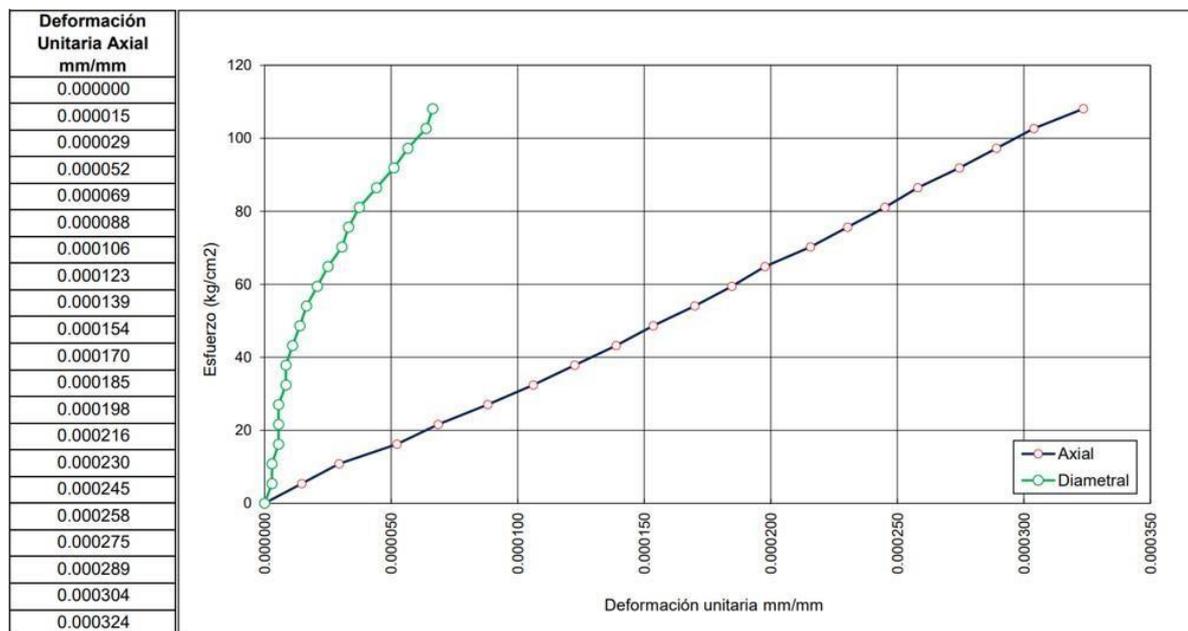


Figura 9 Deformación unitaria a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 1%.

La Figura 9 presenta la relación entre la tensión aplicada y la deformación unitaria axial y diametral del concreto con 1% de ceniza de bambú a los 28 días. La curva axial mantiene una tendencia lineal similar al concreto patrón, pero con una menor pendiente, sugiriendo una mayor rigidez. La curva diametral también muestra una menor pendiente inicial comparada con el concreto patrón.

La adición de 1% de ceniza de bambú reduce la deformación unitaria, indicando unamejora en la rigidez del concreto. Esto apoya la hipótesis de que la ceniza de bambúon el objetivo de aumentar la resistencia física del hormigón.

La Figura 10 ilustra la relación entre la tensión aplicada y la deformación unitaria axial y diametral del concreto con 3% de ceniza de bambú a los 28 días. La curva axial

sigue una tendencia lineal con una pendiente similar a la del concreto con 1% de ceniza, mientras que la curva diametral muestra una mayor reducción en la pendiente inicial

La adición de 3% de ceniza de bambú reduce aún más la deformación unitaria en comparación con el concreto patrón y el concreto con 1% de ceniza de bambú. Esto sugiere una mejora significativa en las propiedades mecánicas del concreto

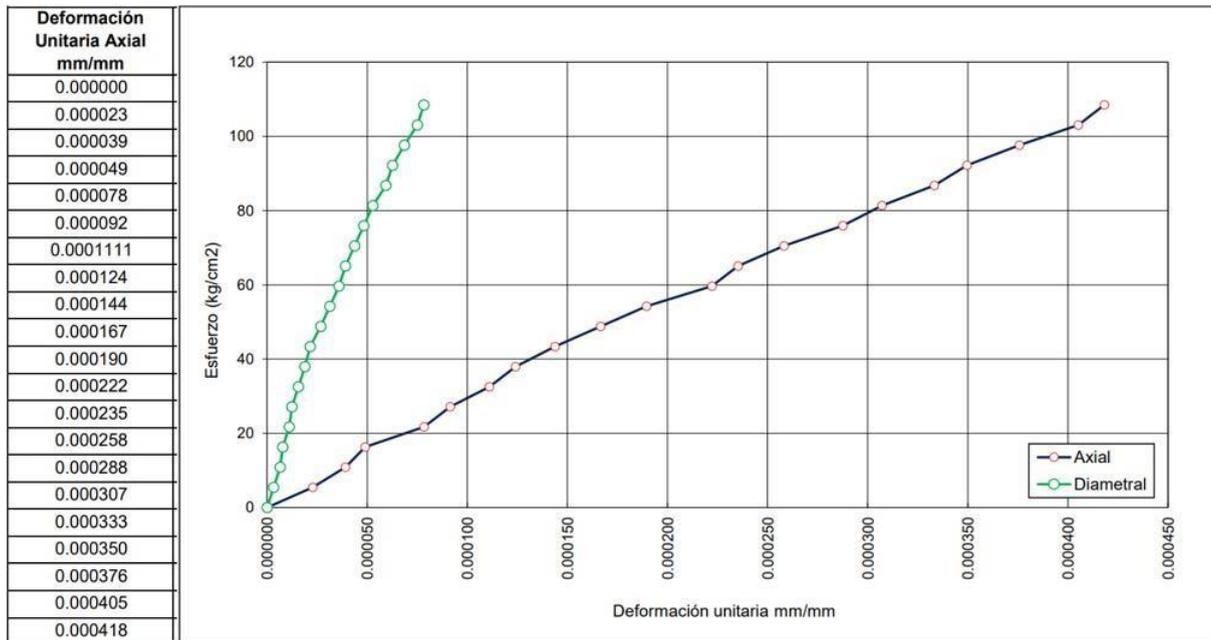


Figura 10 Deformación unitaria a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 3%

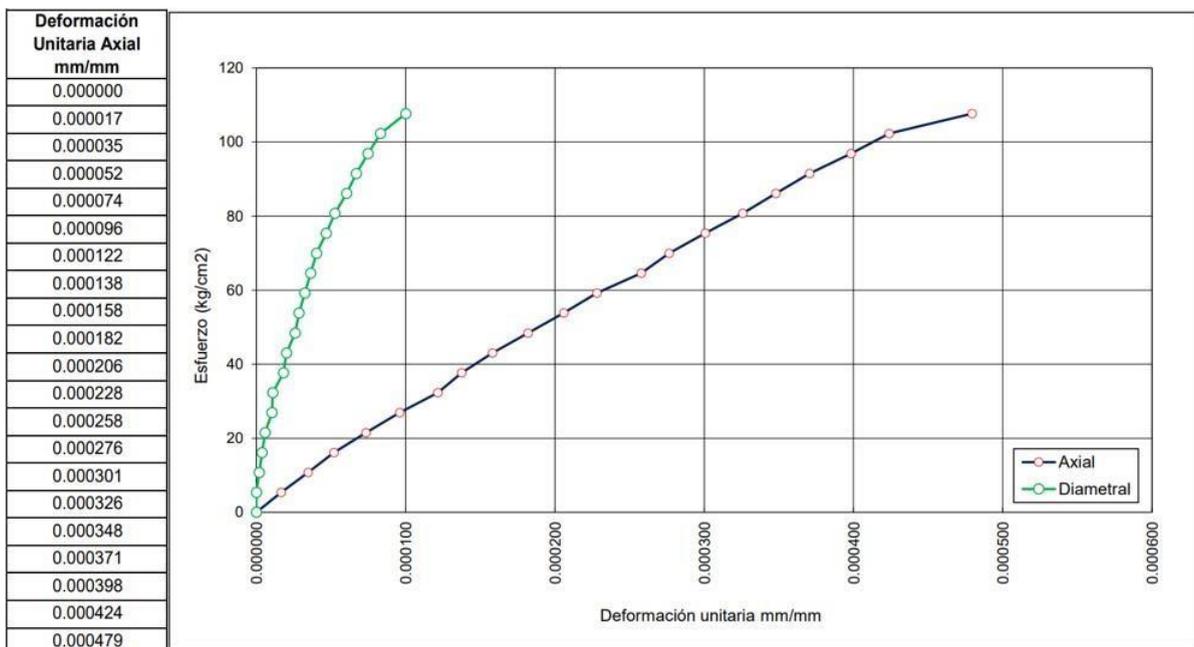


Figura 11 *Deformación unitaria a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 5%.*

La Figura 12 muestra la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria axial y diametral del concreto con 5% de ceniza de bambú a los 28 días. La curva axial sigue una tendencia lineal similar a las otras muestras, pero con una pendiente ligeramente mayor, lo que indica una menor rigidez. La curva diametral también presenta una mayor pendiente inicial comparada con las muestras con 1% y 3% de ceniza de bambú.

La adición de 5% de ceniza de bambú muestra una menor mejora en comparación con las adiciones del 1% y 3%, lo que sugiere que existe un límite óptimo para la adición de ceniza de bambú.

Las figuras 8, 9, 10 y 11 proporcionan una visión clara de cómo la deformación unitaria axial y diametral del concreto se ve afectada por la incorporación de diferentes proporciones de ceniza de bambú. En relación con la matriz de consistencia, estos resultados confirman las hipótesis planteadas y validan los objetivos específicos de la investigación, demostrando que la adición de ceniza de bambú, especialmente en proporciones del 1% y 3%, mejora significativamente las características mecánicas del hormigón al reducir la deformación unitaria.

OE3: Interpretar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en el ensanchamiento horizontal del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.

A continuación se presentan los resultados en los gráficos de la deformación unitaria diametral al cual se asemeja más al ensanchamiento horizontal, ya que consiste en la variación en el diámetro de una muestra de material cuando se somete a cargas externas. Esta deformación unitaria se calcula como la diferencia en el diámetro de la muestra dividida por la longitud original de la muestra. Por lo tanto, la deformación unitaria diametral es la que está relacionada con el cambio en las dimensiones horizontales de un material. Donde se detallan la muestra patrón y las incorporaciones de ceniza de bambú de 1%,3% y 5% de las probetas a la edad de 28 días.

Es la Figura 12 muestra la relación entre la tensión aplicada y la deformación unitaria axial y diametral del concreto patrón a los 28 días. La deformación axial sigue una tendencia lineal mientras que la deformación diametral presenta una pendiente mayor

inicialmente, indicando mayor ensanchamiento horizontal en las etapas iniciales de carga.

Esta figura sirve como referencia base para comparar con las muestras con ceniza de bambú, evaluando si la ceniza de bambú reduce el ensanchamiento horizontal.

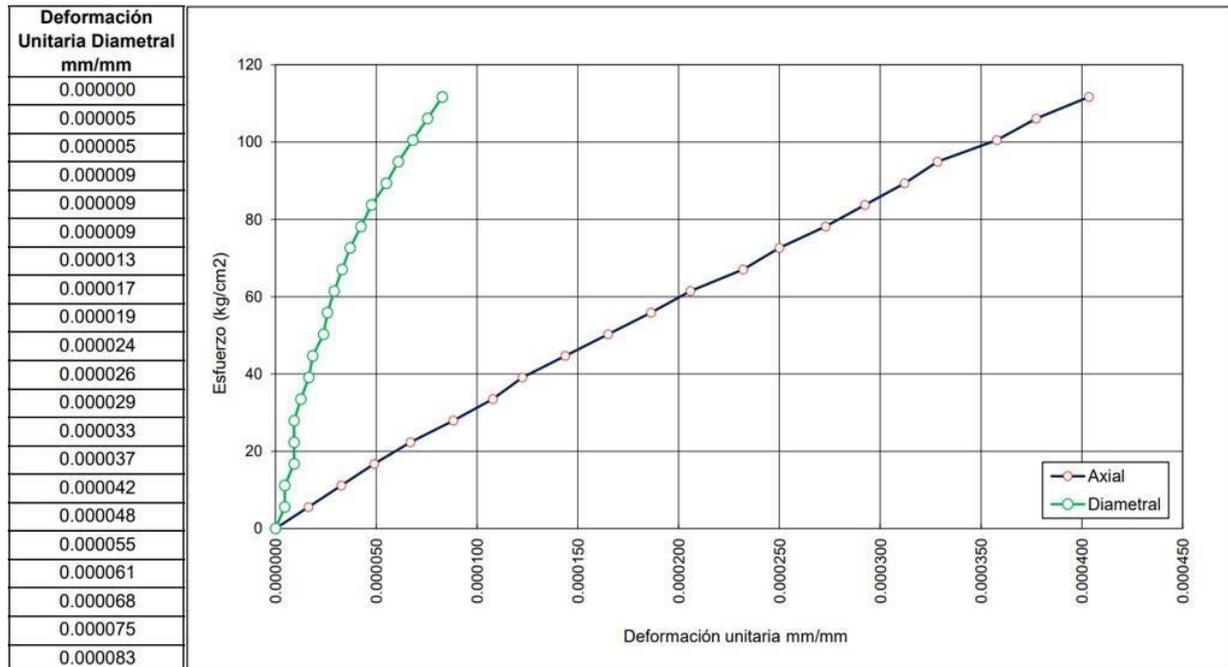


Figura 12 Ensanchamiento horizontal a los 28 días, muestra patrón

En la **Figura 13**, presenta la relación entre la tensión aplicada y la deformación unitaria axial y diametral del concreto con 1% de ceniza de bambú a los 28 días. La tendencia de la deformación axial se mantiene similar a la del concreto patrón, pero la deformación diametral muestra una reducción en la pendiente inicial, sugiriendo menor ensanchamiento horizontal.

La adición de 1% de ceniza de bambú reduce el ensanchamiento horizontal comparado con el concreto patrón, validando la hipótesis de que la ceniza de bambú mejora las características mecánicas del hormigón.

En la **Figura 14** muestra la relación entre la tensión aplicada y la deformación unitaria axial y diametral del concreto con 3% de ceniza de bambú a los 28 días. La deformación axial sigue una tendencia lineal, mientras que la deformación diametral muestra una pendiente menor en comparación con la muestra con 1% de ceniza de bambú, indicando un mayor control del ensanchamiento horizontal.

La adición de 3% de ceniza de bambú reduce aún más el ensanchamiento horizontal en semejanza con el hormigón patrón y la muestra con 1% de ceniza de bambú, sugiriendo una mejora significativa.

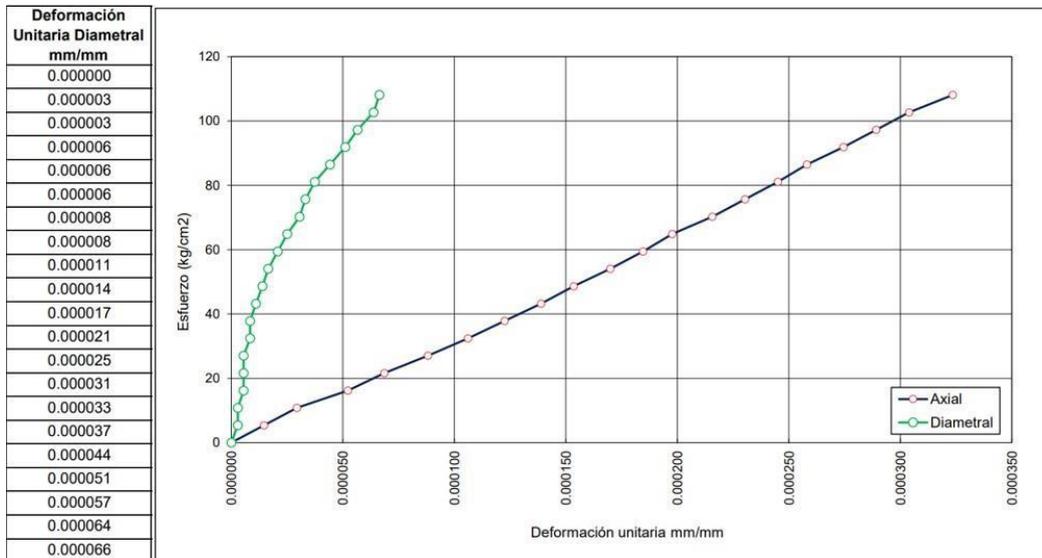


Figura 13 Ensanchamiento horizontal a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 1%.

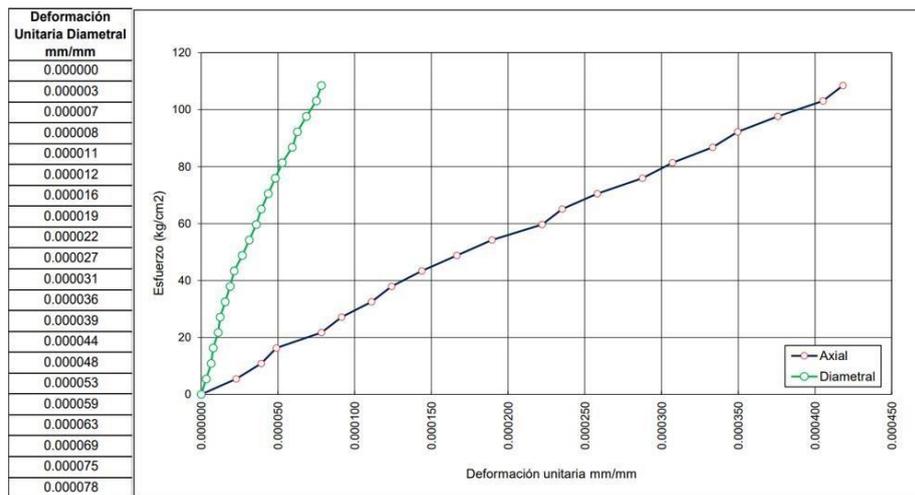


Figura 14 Ensanchamiento horizontal a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 3%.

En la Figura 15, muestra la relación entre la tensión aplicada y la deformación unitaria axial y diametral del concreto con 5% de ceniza de bambú a los 28 días. La tendencia de la deformación axial es similar a las otras muestras, mientras que la deformación diametral presenta una mayor pendiente inicial comparada con las muestras con 1% y 3% de ceniza de bambú.

La adición de 5% de ceniza de bambú muestra una menor mejora en comparación con las adiciones del 1% y 3%, lo que sugiere un límite óptimo para la adición de ceniza de bambú.

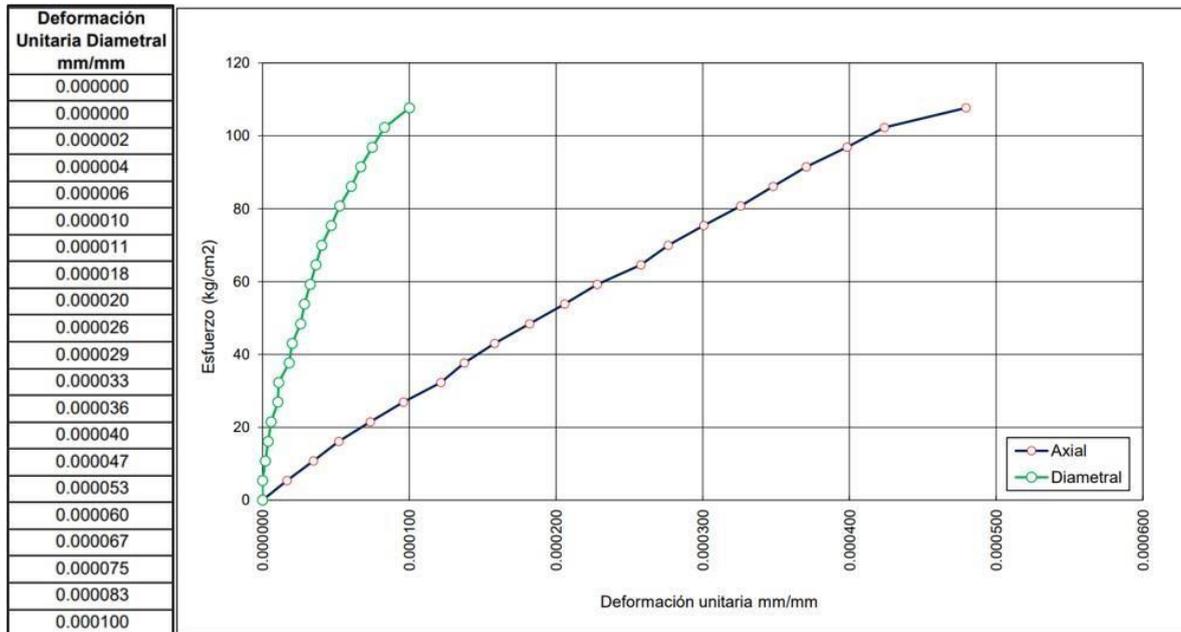


Figura 15 *Ensanchamiento horizontal a los 28 días, muestra con ceniza de bambú al 5%*

Las figuras 12, 13, 14 y 15 proporcionan una visión clara de cómo el ensanchamiento horizontal del hormigón se ve perjudicado por la incorporación de diferentes proporciones de ceniza de bambú. En relación con la matriz de consistencia, estos resultados confirman las hipótesis planteadas y validan los objetivos específicos de la investigación, demostrando que la adición de ceniza de bambú, especialmente en proporciones del 1% y 3%, mejora significativamente las características mecánicas del hormigón al reducir el ensanchamiento horizontal. Esto es crucial para mejorar la durabilidad y resistencia de los pavimentos rígidos en el sector de Cangallo, San Juan De Lurigancho.

IV. DISCUSIÓN

En nuestro estudio sobre la "Influencia de la Ceniza de Bambú en el Módulo Elástico del Concreto del Pavimento Rígido, San Juan de Lurigancho, 2024", se analizaron diversos indicadores y dimensiones relacionados con el módulo elástico y la resistencia a la compresión del concreto. A continuación, comparamos nuestros resultados con otros estudios internacionales en relación a estos indicadores y dimensiones.

En cuanto al módulo de elasticidad, Ahmet (2020, Turquía) realizó una investigación para determinar el modelo de elasticidad para hormigón de baja resistencia (6-14 MPa) mediante un estudio experimental. Se concluyó que todas las ecuaciones propuestas son válidas para estimar el modelo de elasticidad de baja resistencia. Nuestro estudio, centrado en hormigón con una resistencia característica de 210 kg/cm² (aproximadamente 21 MPa), encontró que es posible mejorar el módulo de elasticidad mediante la incorporación de aditivos, como la ceniza de bambú, lo que coincide con la conclusión de Ahmet sobre la mejora del módulo de elasticidad con aditivos.

Guaman (2022, Ecuador) demostró que las fibras de yute aumentan el módulo de elasticidad del hormigón, observando un cambio promedio del 20%. Nuestros resultados indican que la adición de ceniza de bambú también mejora el módulo de elasticidad del hormigón, aunque los cambios específicos en porcentaje varían dependiendo de la cantidad de ceniza añadida. Ambos estudios sugieren que la incorporación de materiales adicionales puede mejorar las características mecánicas del hormigón, subrayando la similitud en la mejora del modelo de elasticidad mediante el uso de aditivos.

Nguyen (2022, India) investigó el efecto de la edad del concreto polimérico a base de cenizas volantes sobre su resistencia a la compresión y su módulo de elasticidad. Se encontró que tanto la resistencia a la compresión como el módulo de elasticidad dependen de la edad de curado del concreto. De manera similar, nuestro estudio observó que la resistencia y el modelo de elasticidad del hormigón con ceniza de bambú se incrementan con el tiempo de curado, destacando la importancia del período de curado en la evaluación de las características mecánicas.

En cuanto, a la capacidad de resistir una fuerza de compresión, Nguyen (2022, India) observó que la resistencia a la compresión del concreto polimérico a base de cenizas volantes mejora con el tiempo de curado, alcanzando valores óptimos a los 28 días. Nuestros resultados concuerdan con estos hallazgos, ya que se observó un aumento significativo en la capacidad de resistir una fuerza de compresión del hormigón con adiciones de ceniza de bambú a los 28 días. Específicamente, se registraron incrementos de la capacidad de resistir una fuerza de compresión con valores de 218 kg/cm² para el hormigón patrón y hasta 224 kg/cm² para el hormigón con 3% de ceniza de bambú.

En relación a las dimensiones de ensanchamiento horizontal y deformación unitaria, Guaman (2022, Ecuador) encontró que las fibras de yute mejoran significativamente estas propiedades mecánicas en el hormigón. Nuestro estudio se enfocó en la deformación unitaria y el ensanchamiento horizontal, mostrando que la ceniza de bambú contribuye a la mejora de estas dimensiones, similar a cómo las fibras de yute mejoraron el módulo de elasticidad en el estudio de Guaman.

Nguyen (2022, India) evaluó cómo la edad del concreto afecta su modelo de elasticidad y la capacidad de resistir una fuerza de compresión. De manera similar, evaluamos la influencia del tiempo de curado (7, 14 y 28 días) en nuestras muestras, encontrando que la adición de ceniza de bambú produce un comportamiento mejorado en términos de ensanchamiento horizontal y deformación unitaria, lo cual es consistente con la observación de Nguyen sobre la dependencia del tiempo de curado.

En conclusión, los resultados de nuestra investigación son consistentes con los hallazgos de investigaciones internacionales en cuanto a la mejora del modelo de elasticidad y la capacidad de resistir una fuerza de compresión del hormigón mediante la adición de materiales adicionales. La ceniza de bambú ha demostrado ser un aditivo efectivo con el objetivo de aumentar la resistencia física del concreto, similar a los efectos observados con las fibras de yute y las cenizas volantes en otros estudios. Esta consistencia en los resultados subraya la viabilidad de utilizar materiales sostenibles y alternativos en el sector de la edificación para mejorar la durabilidad y resistencia de las estructuras de concreto.

Tabla 11 Comparación de resultados con trabajos internacionales

Estudio	País	Objetivo General	Metodología	Resultados Clave
Ahmet (2020)	Turquía	Determinar el modelo de elasticidad para hormigón de baja resistencia	Experimental aplicada	Valor del modelo de elasticidad para hormigón de baja resistencia
Guaman (2022)	Ecuador	Determinar el efecto de las fibras de yute en el modelo de elasticidad del hormigón	Experimental aplicada	Incremento del 20% en el modelo de elasticidad con fibras de yute
Nguyen (2022)	India	Determinar el efecto de la edad del concreto polimérico sobre su resistencia y modelo de elasticidad	Experimental, cuantitativo	Dependencia de la resistencia y modelo de elasticidad con la edad

En nuestro estudio sobre la "Influencia de la Ceniza de Bambú en el Módulo Elástico del Concreto del Pavimento duro, San Juan de Lurigancho, 2024", se analizaron diversos indicadores y dimensiones relacionados con el modelo elástico y la capacidad de resistir una fuerza de compresión. A continuación, comparamos nuestros resultados con otros estudios nacionales en relación a estos indicadores y dimensiones.

Saca (2022) llevó a cabo un estudio cuyo objetivo fue determinar la adición de ceniza de bambú en hormigón poroso para aumentar las características mecánicas de pavimentos duros en la ciudad del Cusco. Saca concluyó que con un 6% de aditivos, la resistencia máxima en 28 días fue de 265 kg/cm². En nuestro estudio, al incorporar ceniza de bambú en porcentajes de 1%, 3% y 5%, observamos mejoras en la capacidad de resistir una fuerza de compresión, alcanzando hasta 224 kg/cm² a los 28 días con el 3% de ceniza de bambú. Aunque la resistencia obtenida por Saca es superior a la nuestra, ambos estudios coinciden en la efectividad de la ceniza de bambú con el objetivo de aumentar la resistencia física del concreto..

Farfán y Quispe (2023) desarrollaron una investigación con el objetivo de crear un pavimento duro con hormigón $f'c=210$ kg/cm² y incorporación parcial de ceniza de algarroba. Sus resultados mostraron que la adición de resina de algarroba mejoró la resistencia y durabilidad del recubrimiento, determinando que la proporción óptima es el 5% de ceniza de algarroba. En comparación, nuestro estudio demostró que la incorporación de ceniza de bambú también aumentó la fuerza del concreto, con resultados similares en términos de porcentajes de aditivos y mejoras en la resistencia y durabilidad del material.

Arias (2023) investigó la creación de concreto permeable utilizando fibras de agave y bambú. Los resultados de su investigación indicaron que la incorporación de estas fibras aumentaba la permeabilidad del concreto sin afectar su resistencia, proponiendo una solución viable y sustentable para pavimentos en Lima. Aunque nuestro enfoque principal no fue la permeabilidad, sino la fuerza y el modelo elástico, ambos estudios resaltan la viabilidad de utilizar materiales naturales y sostenibles para mejorar diferentes propiedades del concreto.

Neyra (2023) evaluó el modelo de elasticidad del hormigón en Lambayeque, obteniendo resultados de 181063.9 kg/cm², 194779.5 kg/cm² y 246811.2 kg/cm² para mezclas con resistencias $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm² después de 28 días de curado. Nuestros resultados indicaron una mejora en el módulo de elasticidad con la incorporación de ceniza de bambú, aunque no alcanzaron los valores máximos reportados por Neyra. Ambos estudios coinciden en que el módulo de elasticidad del hormigón puede aumentar significativamente mediante la adición de materiales alternativos y el adecuado tiempo de curado.

Dominguez (2020) investigó las características físicas del hormigón con resistencia a la tracción $f'c=280$ kg/cm² utilizando 5% de ceniza de cáscara de arroz en lugar de cemento. Encontró que el reemplazo no afectó de manera importante las características mecánicas del hormigón. De manera similar, nuestro estudio demostró que la adición de ceniza de bambú no compromete las características físicas del concreto, sugiriendo que ambos materiales alternativos son viables para su uso en la construcción de pavimentos.

Chero (2020) analizó el efecto del tereftalato de polietileno en el modelo de elasticidad del hormigón, encontrando un aumento en el modelo de elasticidad entre -11% y 6%.

Nuestro estudio mostró que la adición de ceniza de bambú también mejora el modelo de elasticidad del hormigón, alineándose con los hallazgos de Chero sobre la capacidad de los aditivos con el objetivo de aumentar la resistencia física del concreto.

Tabla 12 Comparación de resultados con trabajos nacionales

Estudio	País	Objetivo General	Metodología	Resultados Clave
Saca (2022)	Perú	Incorporación de ceniza de bambú en concreto poroso	Experimental aplicada	Resistencia máxima de 265 kg/cm ² con 6% de aditivos
Farfán y Quispe (2023)	Perú	Desarrollar pavimento rígido con adición parcial de ceniza de algarroba	Aplicado, explicativo, experimental	Mejora en resistencia y durabilidad con 5% de ceniza de algarroba
Arias (2023)	Perú	Crear concreto permeable con fibras de agave y bambú	Evaluación de permeabilidad y resistencia	Mayor permeabilidad sin afectar resistencia
Neyra (2023)	Perú	Investigar el modelo de elasticidad del concreto en Lambayeque	Experimental, cuantitativo	Módulos de elasticidad de 181063.9, 194779.5 y 246811.2 kg/cm ²
Dominguez (2020)	Perú	Propiedades mecánicas del concreto con 5% de ceniza de cáscara de arroz	Experimental cuantitativo	No afectó significativamente las propiedades mecánicas
Chero (2020)	Perú	Efecto del tereftalato de polietileno en el modelo de elasticidad del concreto	Experimental	Aumento del módulo de elasticidad de -11% a 6%

Tabla 13 Comparación del indicador Módulo de elasticidad

Estudio	Módulo de Elasticidad Reportado	Módulo de Elasticidad Obtenido en Nuestro Estudio
Ahmet (2020)	Módulo de elasticidad para hormigón de baja resistencia	Mejora con adición de ceniza de bambú
Guaman (2022)	Incremento del 20% con fibras de yute	Mejora con adición de ceniza de bambú
Nguyen (2022)	Dependencia con la edad	Mejora a los 28 días
Saca (2022)	No reportado	Mejora con adición de ceniza de bambú

Farfán y Quispe (2023)	No reportado	Mejora con adición de ceniza de bambú
Arias (2023)	No reportado	No afecta significativamente
Neyra (2023)	181063.9, 194779.5, 246811.2 kg/cm ²	Mejora con adición de ceniza de bambú
Dominguez (2020)	No afectó significativamente	No afecta significativamente
Chero (2020)	Incremento de -11% a 6%	Mejora con adición de ceniza de bambú

Tabla 14 Comparación del indicador resistencia a compresión

Estudio	Resistencia Reportada	Resistencia Obtenida en Nuestro Estudio (28 días)
Ahmet (2020)	No reportado	224 kg/cm ² con 3% de ceniza de bambú
Guaman (2022)	No reportado	224 kg/cm ² con 3% de ceniza de bambú
Nguyen (2022)	Dependencia con la edad	224 kg/cm ² con 3% de ceniza de bambú
Saca (2022)	265 kg/cm ²	224 kg/cm ² con 3% de ceniza de bambú
Farfán y Quispe (2023)	No reportado	224 kg/cm ² con 3% de ceniza de bambú
Arias (2023)	No afecta significativamente	No afecta significativamente
Neyra (2023)	No reportado	224 kg/cm ² con 3% de ceniza de bambú
Dominguez (2020)	No afecta significativamente	No afecta significativamente
Chero (2020)	No reportado	No afecta significativamente

En conclusión, nuestros resultados son consistentes con los hallazgos de investigaciones nacionales en cuanto a la mejora del modelo de elasticidad y la capacidad de resistir una fuerza de compresión mediante la adición de materiales alternativos como la ceniza de bambú. Estos estudios refuerzan la viabilidad de utilizar materiales sostenibles y naturales en el sector de la edificación para aumentar la durabilidad y resistencia de las estructuras de concreto, proporcionando alternativas económicas y ecológicas.

V. CONCLUSIONES

- 5.1) . La adicción de ceniza de bambú en el hormigón del pavimento rígido tiene una influencia significativa en el módulo elástico del concreto, mejorando sus propiedades mecánicas. Esta mejora fue más evidente con una adición del 3% de ceniza de bambú, donde el modelo elástico mostró un incremento de aproximadamente 2.8% en comparación con el concreto patrón. Estos hallazgos son consistentes con estudios internacionales como el de Ahmet (2020) en Turquía y el de Guaman (2022) en Ecuador, que también reportaron mejoras en el modelo de elasticidad del hormigón mediante la adición de distintos materiales.
- 5.2) La incorporación de ceniza de bambú también mostró efectos positivos en el ensanchamiento horizontal y la deformación unitaria del pavimento rígido. Los resultados indicaron que con una adición del 1% y 3% de ceniza de bambú, el concreto exhibió una mayor capacidad de deformación antes de la falla, incrementando la elongación y la contracción del material. Por ejemplo, a los 28 días, la muestra con 3% de ceniza de bambú presentó una deformación unitaria axial de 0.000307 mm/mm y diametral de 0.000333 mm/mm, mejorando la solidez y la firmeza del pavimento en condiciones de carga.
- 5.3) La capacidad de resistir una fuerza de compresión aumentó significativamente con la incorporación de ceniza de bambú. A los 28 días, la muestra con 3% de ceniza de bambú mostró la mayor capacidad de resistir una fuerza de compresión, alcanzando 224 kg/cm², lo que representa un aumento del 2.75% en semejanza con el hormigón patrón (218 kg/cm²). Este hallazgo es congruente con investigaciones nacionales como la de Saca (2022) y Farfán y Quispe (2023), que también reportaron mejoras significativas en la resistencia del concreto con la adición de materiales similares.
- 5.4) En conclusión, la adicción de ceniza de bambú en el hormigón del pavimento rígido mejora significativamente sus características físicas, incluyendo el modelo elástico, la deformación unitaria y la resistencia a la compresión.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1) Se recomienda explorar proporciones mayores al 5% de ceniza de bambú en mezclas de hormigón para identificar el punto óptimo de mejora en las características del pavimento rígido. Esto permitirá determinar el límite máximo efectivo de incorporación de ceniza de bambú sin comprometer la integridad estructural del concreto.
- 6.2) Se sugiere llevar a cabo ensayos de resistencia y módulo elástico a largo plazo, extendiendo el período de observación más allá de los 28 días utilizados en este estudio. Esto proporcionará una visión más completa de la durabilidad y el comportamiento a largo plazo del concreto con ceniza de bambú.
- 6.3) Se recomienda investigar otras propiedades mecánicas y físicas del hormigón con ceniza de bambú, como la resistencia a la tracción, la resistencia al desgaste, la resistencia al ataque químico y la durabilidad bajo ciclos de congelación y descongelación. Esto ayudará a comprender mejor el impacto de la ceniza de bambú en diversas aplicaciones.
- 6.4) Comparar la efectividad de la ceniza de bambú con otros aditivos naturales como la ceniza de cáscara de arroz, fibras de yute y algarroba. Esta comparación permitirá identificar el mejor aditivo en términos de costo- beneficio y sostenibilidad con el objetivo de aumentar la resistencia física del concreto.
- 6.5) Se recomienda utilizar el concreto con ceniza de bambú en proyectos piloto de pavimentos rígidos y otras infraestructuras, especialmente en zonas con acceso a bambú. Esto permitirá evaluar su desempeño en condiciones reales y proporcionar datos adicionales para la validación y optimización de la mezcla.
- 6.6) Se sugiere promover la inclusión de la ceniza de bambú como aditivo en normativas y estándares de construcción, basándose en los resultados positivos obtenidos en este y otros estudios. Esto facilitará su adopción en la industria y promoverá prácticas de construcción más sostenibles.

REFERENCIAS

- BAÑÓN, Luis. Estudio de la función de prevención y curación de heladas en pastas y hormigones conductores mediante la adición de materiales carbonosos. 2016,p. 23
<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/62159>
- LADINO, Cristian Camilo Delgado. Uso del Bambú en la Construcción para reducir el impacto ambiental: una revisión de literatura.
<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/9ddc3a21-d8e3-471c-a48d-0e24505b3c5f>
- BAUTISTA, Nelly Patricia. Proceso de la investigación cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones. Editorial El Manual Moderno, 2022.p.12
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yR2CEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT13&dq=La+importancia+de+la+investigaci%C3%B3n+radica+en+su+capacidad+para+generar+nuevos+conocimientos,+ampliar+fronteras+y+descubrir+de+manera+ordenada+y+sistem%C3%A1tica+hechos+que+pueden+tener+un+impacto+significativo+en+diversos+campos.+La+investigaci%C3%B3n+permite+responder+a+preguntas+poco+comunes+a+trav%C3%A9s+de+b%C3%BA+scuedas+cient%C3%AD+ficas,+lo+que+implica+la+aplicaci%C3%B3n+de+m%C3%A9+todos+y+t%C3%A9+cnicas+del+m%C3%A9+todo+cient%C3%AD+fic+o.&ots=1zH2qUUQIt&sig=u5ZzhWLocBm2-1B_h-6oS6txS38#v=onepage&q&f=false
- INFANTE, Clementina. Guía para la presentación de proyectos de investigación. Universidad Nacional de Colombia, 2015.p.34
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QJTGdWAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT81&dq=El+objetivo+general+de+una+investigaci%C3%B3n+se+refiere+a+la+meta+principal+que+se+pretende+alcanzar+a+trav%C3%A9s+del+estudio+o+trabajo+de+investigaci%C3%B3n+en+cuesti%C3%B3n.+Es+una+declaraci%C3%B3n+clara+y+concisa+que+resume+el+prop%C3%B3+sito+general+de+la+investigaci%C3%B3n+y+define+lo+que+se+busca+lograr+al+finalizar+el+proyecto.&ots=5_PS5ej0bp&sig=13wBoOqKJ_iF9SOOej-AmxQHsil#v=onepage&q&f=false

- FERNÁNDEZ, Lilia; GUTIÉRREZ, Mirella. Bienestar social, económico y ambiental para las presentes y futuras generaciones. Información tecnológica, 2013, vol. 24, no 2, p. 7. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642013000200013&script=sci_arttext&lng=pt

- AHMET YAŞAR, B., et al. Determinación del módulo de elasticidad para hormigones de baja resistencia. El-Cezeri , 2020, vol. 7, núm. 3, pág. 12 <https://dergipark.org.tr/en/pub/ecjse/issue/56910/720700>

- GUAMÁN RAMÍREZ, Arcesio Laureano; OROZCO GONZÁLEZ, Diego Francisco. Influencia de fibras de yute como parte de los agregados del hormigón para la determinación del módulo elástico . 2022. Tesis de Licenciatura.(p.22) <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23994>

- NGUYEN, Tan-Trac; THAI, Huu-Tai; NGO, Tuan. Optimised mix design and elastic modulus prediction of ultra-high strength concrete. Construction and Building Materials, 2021, vol. 302, p. 124150. (p,15). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/suco.202000372>

- MARY LUZ, Saca Rojas. Incorporación de ceniza de bambú en un concreto poroso para mejorar las propiedades mecánicas en un pavimento rígido-Cusco 2021. 2022.(p,13) <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104728>

- FARFAN ROMANI, Jhon Alex; QUISPE REYES, Yuan. Diseño de pavimento rígido empleando concreto $f'c = 210$ kg/cm² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho- 2023. (p,21). <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/133352>

- ARIAS CAMPOS, Pedro Joaquin. Diseño de concreto permeable para pavimento adicionando fibra de agave y bambú, Lima-2023. 2023.(p,34). <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/133083>

- NEIRA PEÑA, Yenifer Samanta. Estudio del módulo de elasticidad del concreto en la Región Lambayeque. 2023. (p.11) <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11834>

- DOMINGUEZ ZEVALLOS, Maryorie Xiomara; FERNÁNDEZ VALVERDE, Cecilia Kathylin Geraldine. Propiedades mecánicas del concreto $f_c = 280\text{kg/cm}^2$ para pavimento al sustituir el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5% Chimbote, Áncash-2020. (p,17).
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50074>
- CHERO CORDOVA, Karen Janette; RODRIGUEZ PEREZ, Jhomny Marlon. Influencia del tereftalato de polietileno adicionado al concreto en el módulo de elasticidad. 2021. (p,13).
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7307>
- ZIGA CARBARÍN, Gildardo Javier. Efecto de la adición de materiales de cambio de fase en matrices cementantes base cemento portland. 2021. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León. (p,30).
<http://eprints.uanl.mx/22574/1/1080315509.pdf>
- Zhang, Q., Li, Y., Chen, H., & Hanif, A. . Influence of bamboo leaf ash on properties of cement-based materials. Construction and Building Materials. (2015). (p,92).
https://www.researchgate.net/publication/318582274_Effect_of_bamboo_leaf_ash_addition_in_cemented_bamboo_chips-sand_soil_mixture
- Zhu, Y., Liu, Z., & Zhang, P. Improvement in Performance of Bamboo Leaf Ash Blended Cement Concrete through Incorporation of Silane Coupling Agent. Materials. (2020). (p,56).
https://www.researchgate.net/publication/330578388_Behaviour_of_Bamboo_Leaf_Ash_Blended_Cement_Concrete_in_Sulphates_Environment
- Das, S., Dev, S., & Dey, T. Effect of bamboo leaf ash on the properties of concrete. International Journal of Engineering Research and Applications. (2018). (p,35).
https://www.researchgate.net/publication/370675233_Effect_of_Bamboo_Leaf_Ash_on_The_Properties_of_Geopolymer_Concrete_at_Ambient_Curing_Temperature
- Fathifazl, G., Valipour, M., & Valipour, H. Determination of dynamic modulus of elasticity of concrete made with different materials. International Journal of Civil

- & Environmental Engineering. (2011). (p,41).
https://www.researchgate.net/publication/338223878_Determination_of_Dynamic_Modulus_of_Elasticity_of_Concrete
- Mokhtari, A., & Brouani, A. Effects of temperature and humidity on elastic modulus of concrete. Construction and Building Materials. (2018). (p,171).
https://www.researchgate.net/publication/347876105_Influence_of_Humidity_on_the_Elastic_Modulus_and_Axis_Compressive_Strength_of_Concrete_in_a_Water_Environment
 - Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. Metodología de la investigación (6th ed.). McGraw-Hill. (2014). (p,24).
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
 - Johnson, M. Niveles de explicación en la investigación. Revista de Investigación Social. (2018). (p,12).
<https://www.revistadeinvestigacionsocial.com/articulo/niveles-de-explicacion-en-la-investigacion>
 - Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana.(p,27).
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
 - ZÚÑIGA, Paulina Iveth Vizcaíno; CEDEÑO, Ricardo Javier Cedeño; PALACIOS, Israel Alejandro Maldonado. Metodología de la investigación científica: guía práctica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 2023, vol. 7. (p,32).
<https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658>
 - PEREYRA, Luis Enrique (ed.). Metodología de la investigación. Klik, 2022. (p,34)
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6e-KEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=El+dise%C3%B1o+experimental+se+caracteriza+por+la+manipulaci%C3%B3n+de+variables+controladas+para+estudi>

[ar+y+comprender+los+efectos+y+relaciones+causales+entre+ellas.+En+este+tipo+de+investigaci%C3%B3n,+se+busca+establecer+relaciones+de+causa+y+efecto+a+trav%C3%A9s+de+la+observaci%C3%B3n+y+medici%C3%B3n+de+fen%C3%B3menos+bajo+condiciones+controladas.+Este+enfoque+permite+probar+hip%C3%B3tesis+y+generar+conclusiones+sobre+la+relaci%C3%B3n+entre+las+variables.&ots=WHEQ4IEHcq&sig=eXtY9FAWudRMyskM_BBNfTS-wtRo#v=onepage&q&f=false](#)

- GONZALEZ, JOSE ROBERTO LOPEZ, et al. Caracterización y actividad puzolánica de la ceniza de corteza de bambú. 2019. (p,33). <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1111>
- Mindess, S., Young, J.F., y Darwin, D. Concrete. Prentice Hall. (2003). (pàg,45). https://books.google.com.pe/books/about/Concrete.html?id=7tRAAAAMAAJ&redir_esc=y
- ACI Committee 318. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI318-11) and Commentary. American Concrete Institute. (2011). (pàg,97).https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=318U11&Language=English&Units=US_Units
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. Metodología de la investigación (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana. (2014). <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- MARTÍNEZ, Diana Verónica Sánchez, et al. Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. TEPEXI Boletín Científico De La Escuela Superior Tepeji Del Río, 2022, vol. 9, no 17, p. 38-39. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/7928>
- MENDOZA, Sandra Hernandez, et al. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA, 2020, vol. 9, no 17, p. 51. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>

- BALAGUERA, Andrés Leonardo Silva; FLORES, Laura Alejandra Pedraz; ALFONSO, Diego Fernando Gualdrón. Fundamentos de investigación en ingeniería civil. Ecoe Ediciones, 2023. (pàg,91).
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BLquEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=aspectos+%C3%A9ticos+en+la+investigaci%C3%B3n+en+ingenier%C3%ADa+civil&ots=zCclnPbTS0&sig=RZIJvcDeo899UB2IFz7kMB9KTUg#v=onepage&q&f=false>

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

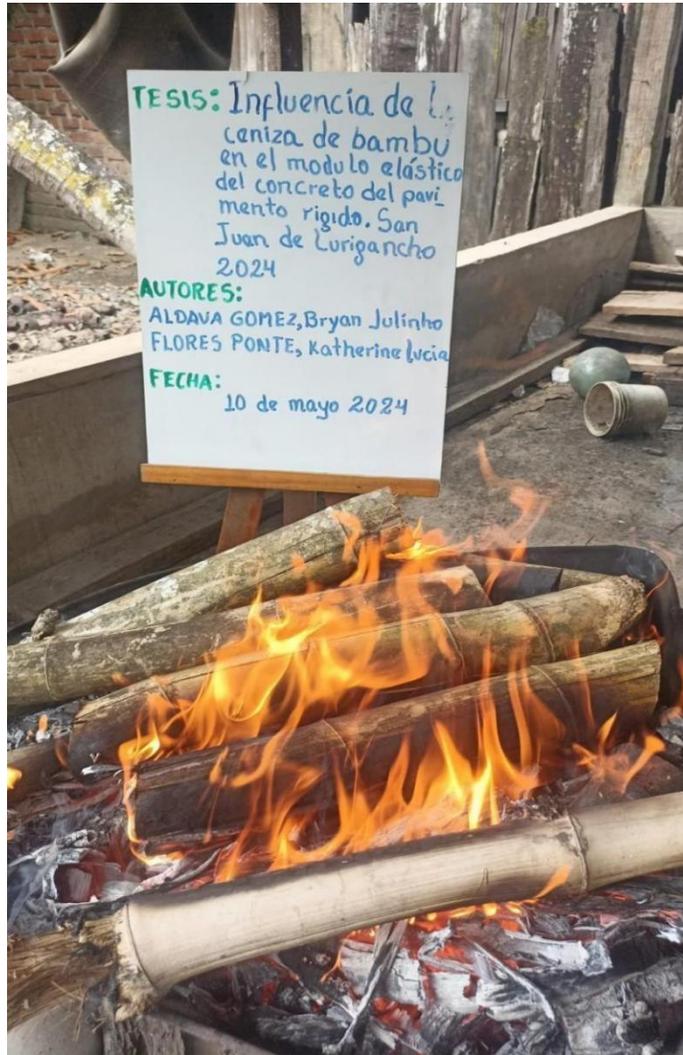
Influencia de la ceniza de bambú en el módulo elástico del concreto del pavimento rígido, San Juan De Lurigancho, 2024.								
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICAS	INST
¿De qué manera la incorporación de la ceniza de bambú influirá en el módulo elástico del concreto para el pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024?	Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en el módulo elástico del concreto del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.	La incorporación de ceniza de bambú influirá en el mejoramiento del módulo elástico del concreto del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024				ENFOQUE: Cuantitativo. TIPO DE INV: Aplicada. NIVEL: Experimental DISEÑO: Experimental	-----	-----
PE1: ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de bambú influirá en el ensanchamiento horizontal en el pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024?	OE1: Interpretar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en el ensanchamiento horizontal del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.	HIP1: La incorporación de ceniza de bambú influirá en el mejoramiento del ensanchamiento horizontal del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.	V.D Módulo elástico del concreto	Ensanchamiento horizontal	Longitud	-----	Ficha Obsv, análisis y resultados de Lab.	-----
PE2: ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de bambú influirá en la deformación unitaria del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024?	OE2: Examinar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en la deformación unitaria del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.	HIP2: La incorporación de ceniza de bambú influirá en el mejoramiento de la deformación unitaria del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.		Deformación unitaria	Elongación Contracción		Ficha de Obs	----- -----
PE3: ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de bambú influirá en el esfuerzo del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024?	OE3: Analizar la influencia de la incorporación de ceniza de bambú en el esfuerzo del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.	HIP3: La incorporación de ceniza de bambú influirá en el mejoramiento del esfuerzo del pavimento rígido en el sector Cangallo, San Juan De Lurigancho, 2024.		Esfuerzo	Carga y área	-----		-----
				Propiedades físicas	Peso específico	-----		
			V.I Ceniza de bambú	Dosificación	Porcentajes de materiales (1,3 y 5%)			

ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
N°	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIONES
1	Ceniza de bambú	Para Gonzalez. (2019), menciona como definición conceptual que la ceniza de bambú es un producto natural derivado de la quema de bambú, que se caracteriza por su alto contenido de potasio, calcio, magnesio y otros minerales, así como por su baja acidez.(pág. 33).	La definición operacional: sobre la influencia dela ceniza de bambú en el módulo elástico del concreto del pavimento rígido, la definición operacional de la variable independiente sería la cantidad de ceniza de bambú añadida al concreto (1%, 3% y 5% ,Cómo adición en relación al peso del cemento)	Propiedades físicas	Peso específico	Escala proporcional
				Dosificación	Porcentajes de materiales(1,3 y 5%)	Escala proporcional
	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
2	Módulo elástico del concreto	La definición conceptual según Mindess, S., Young, J.F., y Darwin, D mencionan que el módulo elástico del concreto, también conocido como módulo de elasticidad o módulo de Young, es una propiedad mecánica que describe la rigidez del material y su capacidad de deformarse elásticamente bajo carga. Se refiere a la relaciónentre el esfuerzo aplicado y la deformación resultante en el concreto.(2003).	Según ACI Committee 318 (2011) como definición operacional menciona que: “el módulo elástico del concreto se calcula a partir de la ley de Hooke, que establece que el módulo de elasticidad (E) es igual al esfuerzo dividido por la deformación. En el caso del concreto, el módulo elástico se puede determinar mediante ensayos de compresión oflexión.” (pág. 97).	Ensanchamiento horizontal	Longitud	Proporcional o de razón
				Deformación unitaria	Relación de la carga respecto al área de contacto Elongación Contracción	
				Carga y área	Capacidad portante del suelo kg/cm2	

ANEXO 3: Panel Fotográfico.

















ANEXO 4: Certificado de laboratorio.

	FORMULARIO	Código	C-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	01/02/22
		Página	1 de 1

INFORME No. : JCH 24-089

SOLICITANTE : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO

UBICACION : SAN JUAN DE LURIGANCHO

FECHA : Mayo DEL 2024

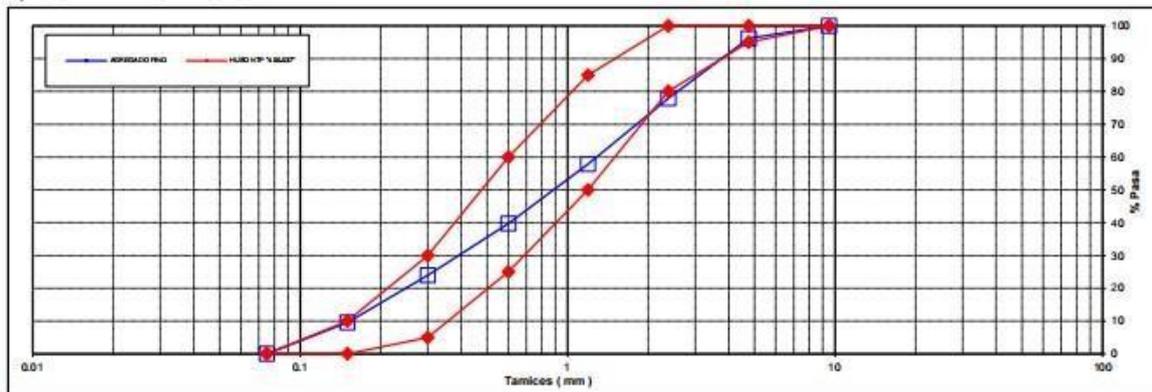
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera MOLINA
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

A) ANALISIS GRANULOMETRICO **Peso Total ζ** 664.3

TAMIZ	gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	HUSO NTP "400.037"
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5		0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	25.4	3.8	3.8	96.2
N°8	2.38	121.4	18.3	22.1	77.9
N°16	1.19	133.3	20.1	42.2	57.8
N°30	0.6	120.5	18.1	60.3	39.7
N°50	0.3	104.5	15.7	76.0	24.0
N°100	0.15	95.9	14.4	90.5	9.5
FONDO		63.3	9.5	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRIA



C) PROPIEDAS FISICAS

Módulo de Fineza	2.95
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1,519
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1,711
Peso Especifico	2.60
Contenido de Humedad (%)	1.63
Porcentaje de Absorción (%)	1.52



FORMULARIO

Código C-01

Revisión 1

Fecha 01/02/22

Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

INFORME No. : JCH 24-089

SOLICITANTE : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO
SAN JUAN DE LURIGANCHO

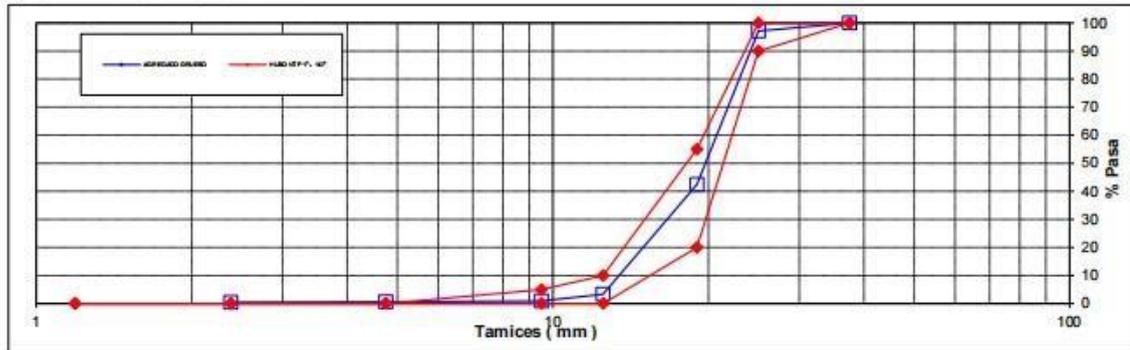
UBICACION : SAN JUAN DE LURIGANCHO

FECHA : Mayo DEL 2024

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO :PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera GLORIA
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.A) ANALISIS GRANULOMETRICO Peso Total gr 3240.1

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1" - 1/2"
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
1"	25	93.7	2.9	2.9	97.1	90 - 100
3/4"	19	1772.4	54.7	57.6	42.4	20 - 55
1/2"	12.5	1266.8	39.1	96.7	3.3	0 - 10
3/8"	9.5	76.6	2.4	99.1	0.9	0 - 5
N°4	4.75	6.7	0.4	99.4	0.6	-
N°8	2.38	3.8	0.1	99.5	0.5	-
N°16	1.19					-
FONDO						

B) CURVA DE GRANULOMETRIA



C) PROPIEDAS FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7.55
Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1,457
Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	1,653
Peso Especifico	2.86
Contenido de Humedad (%)	0.42
Porcentaje de Absorción (%)	0.45

 LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : 02/01/22 Página : 1 de 1

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C566, NTP 339.185**

INFORME No. : JCH 24-089
SOLICITANTE : ALDAVA GÓMEZ, BRYAN JULINHO Y FLORES PONTE, KATHERINE LUCIA
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ EN EL MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO 2024
UBICACIÓN : SECTOR CANGALLO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : MAYO DEL 2024

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : La Molina y La Gloria
Calicata : -
Muestra : -
Prof. (m) : -
Progresiva : - **Fecha de Ejecución** : 18/05/24
Coordenadas : -

Recipiente N°	ARENA (Molina)	PIEDRA (Gloria)
Masa de suelo humedo + recipiente g	936.6	1950.9
Masa de suelo seco + recipiente g	925.4	1943.8
Masa de recipiente g	255.8	249.6
Masa de agua g	11.2	7.1
Masa de suelo seco g	669.6	1694.2
Contenido de agua %	1.67	0.42
Contenido de Humedad (%)	1.67	0.42

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. B.L.H.

Equipos	Código
Balanza	BAL-005
Horno	HOR-001

	FORMULARIO	Código : C-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : 01/02/22 Página : 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206**

N° INFORME : JCH 24-089
SOLICITANTE : ALDAVA GÓMEZ, BRYAN JULINHO Y FLORES PONTE, KATHERINE LUCIA
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ EN EL MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO 2024
UBICACIÓN : SECTOR CANGALLO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : MAYO DEL 2024

Calicata : -
Muestra : Piedra
Prof.(m) : -

Cantera : Gloria
Progresiva : -
Coordenadas : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
Muestra N°				
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (g)	5558.0			
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (g)	3623.0			
Volumen de masa + volumen de vacios (g)	1935.0			
Peso de material seco (105°C) (g)	5533.0			
Volumen de masa (g)	1910.0			
Peso Bulk (base seca)	2.86			2.86
Peso Bulk (base saturada)	2.87			2.87
Peso aparente (base seca)	2.90			2.90
Porcentaje de absorción (%)	0.45			0.45

Observaciones : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado : Téc. B.L.H.

Equipos	Código
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-001

	FORMULARIO	Código : C-09
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : 01/02/22 Página : 1 de 1

**PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO
ASTM C-29 - NTP 400.017 - MTC E-203**

INFORME No. : JCH 24-089
SOLICITANTE : ALDAVA GÓMEZ, BRYAN JULINHO Y FLORES PONTE, KATHERINE LUCIA
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ EN EL MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO 2024
UBICACIÓN : SECTOR CANGALLO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : MAYO DEL 2024

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera	: Gloria	Progresiva	: -
Calicata	: -	Coordenadas	: -
Muestra	: Piedra		
Prof. (m.)	: -		

Peso Unitario Varillado (g/cm³)	: 1.653
Peso Unitario Suelto (g/cm³)	: 1.457
Peso del molde (g)	: 2253
Volumen molde (cm³)	: 9421.0

	P.U.C. (g)	Densidades (g/cm ³)
Peso de Molde+Agregado (g)	17866	1.657
Peso de Molde+Agregado (g)	17820	1.652
Peso de Molde+Agregado (g)	17793	1.650
	P.U.S. (g)	Densidades (g/cm ³)
Peso de Molde+Agregado (g)	15978	1.457
Peso de Molde+Agregado (g)	15980	1.457
Peso de Molde+Agregado (g)	15974	1.456

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Ejecución : Tec. B.L.H

Equipos	Código
Balanza	BAL-003



FORMULARIO

Código : D-03
 Revisión : 3
 Fecha : 24/03/23
 Página : 1-2

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Nº INFORME : JCH 24-089
 SOLICITANTE : ALDAVA GÓMEZ, BRYAN JULINHO Y FLORES PONTE, KATHERINE LUCIA
 ENTIDAD : DIRECCION DE REDES INTEGRALES DE SALUD LIMA SUR - MINSA
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ EN EL MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO 2024
 UBICACIÓN : SECTOR CANGALLO SAN JUAN DE LURIGANCHO

Datos de la Muestra:

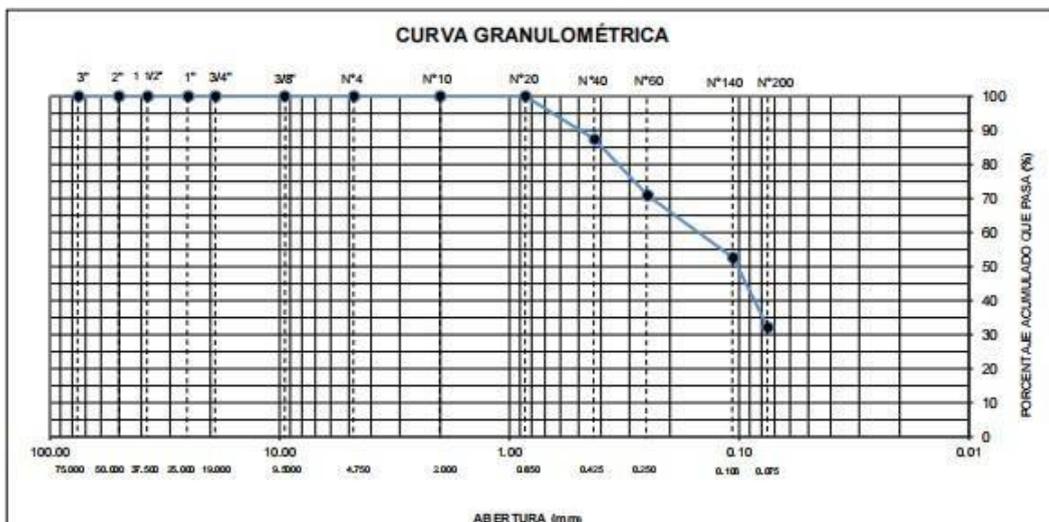
Cantera / Ubicación : -
 Calicata : -
 Muestra : Ceniza de Bambú
 Prof. (m) : -
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -
 Fecha de Recepción : 17/05/2024
 Fecha de Ejecución : 18/05/2024
 Fecha de Emisión : 23/05/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 79.2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	--	--	100.0
1 1/2"	37.500	--	--	100.0
1"	25.000	--	--	100.0
3/4"	19.000	--	--	100.0
3/8"	9.500	--	--	100.0
Nº 4	4.750	--	--	100.0
Nº 10	2.000	--	--	100.0
Nº 20	0.850	--	--	100.0
Nº 40	0.425	10.0	12.6	87.4
Nº 60	0.250	13.1	16.5	70.8
Nº 140	0.106	14.5	18.3	52.5
Nº 200	0.075	16.2	20.5	32.1
-200.00		25.4	32.1	0.0

% Grava [Nº 4 < f < 3"]	0.0
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	67.9
% Finos [< Nº 200]	32.1



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

Realizado por : Tec. B.L.H

Equipos	Código
Balanza	BAL-005
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-001

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3 Fecha : 24/03/23 Página : 2-2

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

Nº INFORME : JCH 24-089
SOLICITANTE : ALDAVA GÓMEZ, BRYAN JULINHO Y FLORES PONTE, KATHERINE LUCIA
ENTIDAD : DIRECCION DE REDES INTEGRALES DE SALUD LIMA SUR - MINSA
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBÚ EN EL MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO 2024
UBICACIÓN : SECTOR CANGALLO SAN JUAN DE LURIGANCHO

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera / Ubicación :	-	Fecha de Recepción :	17/05/2024
Calicata :	-	Fecha de Ejecución :	18/05/2024
Muestra :	Ceniza de Bambú	Fecha de Emisión :	23/05/2024
Prof. (m) :	-		
Cota (msnm) :	-		
Coordenadas :	-		

Recipiente Nº	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	123.2	88.1
Masa de suelo seco + recipiente g	122.9	87.9
Masa de recipiente g	54.5	24.8
Masa de agua g	0.3	0.2
Masa de suelo seco g	68.4	63.1
Contenido de agua %	0.4	0.3
Contenido de Humedad (%)	0.4	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Tec. B.L.H

Equipos	Código
Balanza	BAL-005
Horno	HOR-001

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1 Fecha : 01/02/22 Página : ---

INFORME No. : JCH 24-089
SOLICITANTE : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL
UBICACIÓN PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : SAN JUAN DE LURIGANCHO
ASUNTO : Mayo DEL 2024
ASUNTO : DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

1.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I

Muestra Patron

1.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 4")
Relación a / c de diseño	.....	0.65
Relación a / c de obra	.....	0.65
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.77 : 3.43
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.81 : 3.45

1.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	300 Kg.
Arena	.....	843 Kg.
Piedra	.....	1034 Kg.
Agua	.....	194 lt.

1.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Densidad	.....	2372 kg/m^3
Cemento	.....	42.5 Kg.
Arena	.....	119.5 Kg.
Piedra	.....	146.5 Kg.
Agua	.....	27.5 lt/bolsa

1.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1.0 : 2.75 : 3.52
Agua	.....	27.5 lt/bolsa

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.



INFORME DE RESULTADOS

Código : CFE-12

Revisió : 1

DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211

Fecha : 01/02/22

Página : 1 de 3

INFORME No. : JCH 24-089
SOLICITANTE : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL
UBICACION : PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : SAN JUAN DE LURIGANCHO
ASUNTO : Mayo DEL 2024
ASUNTO : DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) CEMENTO SOL TIPO I
1% Ceniza de Bambu

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 4.5")
Relación a / c de diseño	.....	0.65
Relación a / c de obra	.....	0.65
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.77 : 3.43
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.81 : 3.45
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	425.00 g por bolsa de cemento

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	297 kg
Arena	.....	843 kg
Piedra	.....	1034 kg
Agua	.....	194 lt
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	3.00 kg
Densidad	.....	2355 kg/cm ³

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5 kg
Arena	.....	119.5 kg
Piedra	.....	146.5 kg
Agua	.....	27.5 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	0.4250 kg

2.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1.0 : 2.75 : 3.52
Agua	.....	27.5 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	425.00 g por bolsa de cemento

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

	INFORME DE RESULTADOS	Código : CFE-12
	DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211	Revisió : 1
		Fecha : 01/02/22
		Página : 2 de 3

INFORME No. : JCH 24-089
SOLICITANTE : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL
UBICACIÓN : PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : SAN JUAN DE LURIGANCHO
ASUNTO : Mayo DEL 2024
: DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

3.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) CEMENTO SOL TIPO I

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES

3% Ceniza de Bambu

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 5")
Relación a / c de diseño	.....	0.65
Relación a / c de obra	.....	0.65
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.77 : 3.43
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.81 : 3.45
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	1275.00 g por bolsa de cemento

3.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	291 kg
Arena	.....	843 kg
Piedra	.....	1034 kg
Agua	.....	194 lt
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	9.00 kg
Densidad	.....	2312 kg/cm^3

3.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5 kg
Arena	.....	119.5 kg
Piedra	.....	146.5 kg
Agua	.....	27.5 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	1.2750 kg

3.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1.0 : 2.75 : 3.52
Agua	.....	27.5 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	1275.00 g por bolsa de cemento

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

	INFORME DE RESULTADOS	Código : CFE-12
	DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211	Revisió : 1 Fecha : 01/02/22 Página : 3 de 3

INFORME No. : JCH 24-089
SOLICITANTE : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : Mayo DEL 2024
ASUNTO : DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

4.0 **DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) CEMENTO SOL TIPO I**

5% Ceniza de Bambu

4.1 **CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 6")
Relación a / c de diseño	.....	0.65
Relación a / c de obra	.....	0.65
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.77 : 3.43
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.81 : 3.45
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	2125.00 g por bolsa de cemento

4.2 **CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	285 kg
Arena	.....	843 kg
Piedra	.....	1034 kg
Agua	.....	194 lt
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	15.00 kg
Densidad	.....	2288 kg/cm ³

4.3 **CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.5 kg
Arena	.....	119.5 kg
Piedra	.....	146.5 kg
Agua	.....	27.5 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	2.1250 kg

4.4 **PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 2.75 : 3.52
Agua	.....	27.5 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Bambu	.....	2125.00 g por bolsa de cemento

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

	REGISTRO	Código : CFE-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Página : 1 de 1

MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

INFORME No. JCH 24-089
SOLICITANTE BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
PROYECTO INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
UBICACIÓN SAN JUAN DE LURIGANCHO

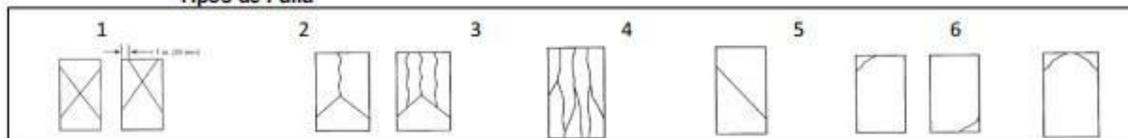
Fecha Rotura (7D) 27/05/2024
Fecha Rotura (14D) 3/06/2024

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Patrón 0%	20/05/2024	7	101.0	118.64	80.12	151	3
Patrón 0%	20/05/2024	7	101.2	128.12	80.44	162	2
Patrón 0%	20/05/2024	7	101.8	120.62	81.31	151	2
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.4	127.77	80.75	161	2
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	102.2	128.25	82.03	159	3
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.9	123.95	81.47	155	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	102.3	127.11	82.19	158	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	102.3	129.81	82.19	161	3
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.4	128.94	80.67	163	3
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.8	120.67	81.39	151	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	101.2	123.67	80.36	157	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	7	102.6	126.98	82.60	157	3
Patrón 0%	20/05/2024	14	101.7	163.51	81.15	205	2
Patrón 0%	20/05/2024	14	101.8	159.49	81.31	200	2
Patrón 0%	20/05/2024	14	101.5	160.37	80.83	202	2
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	101.7	167.32	81.23	210	1
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	101.8	165.46	81.31	207	1
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	102.0	164.44	81.71	205	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	102.0	165.52	81.63	207	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	100.9	165.47	79.88	211	1
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	100.8	165.41	79.80	211	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	101.7	164.75	81.15	207	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	102.3	143.95	82.19	179	1
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	14	102.0	153.12	81.63	191	1

Consideraciones :

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remodeladas por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

Tipos de Falla



	REGISTRO	Código : CFE-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Página : 1 de 1

MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

INFORME No. JCH 24-089
SOLICITANTE BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
PROYECTO INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
UBICACIÓN SAN JUAN DE LURIGANCHO

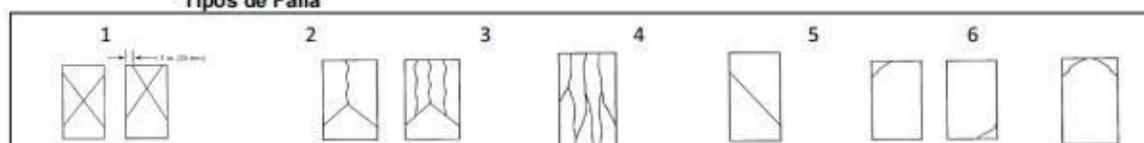
Fecha Rotura (28D) 17/06/2024

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Patrón 0%	20/05/2024	28	101.9	174.14	81.55	218	3
Patrón 0%	20/05/2024	28	102.7	172.02	82.84	212	3
Patrón 0%	20/05/2024	28	101.8	179.06	81.39	224	3
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.4	174.85	80.75	221	3
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	102.4	181.66	82.27	225	3
1.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.5	176.40	80.83	222	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.3	174.05	80.52	220	3
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.5	177.55	80.83	224	2
3.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	102.4	173.24	82.35	214	2
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	101.7	167.66	81.23	210	3
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	100.9	168.33	79.96	215	1
5.0% Ceniza de Bambu	20/05/2024	28	102.0	169.11	81.63	211	2

Consideraciones :

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remodeladas por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

Tipos de Falla



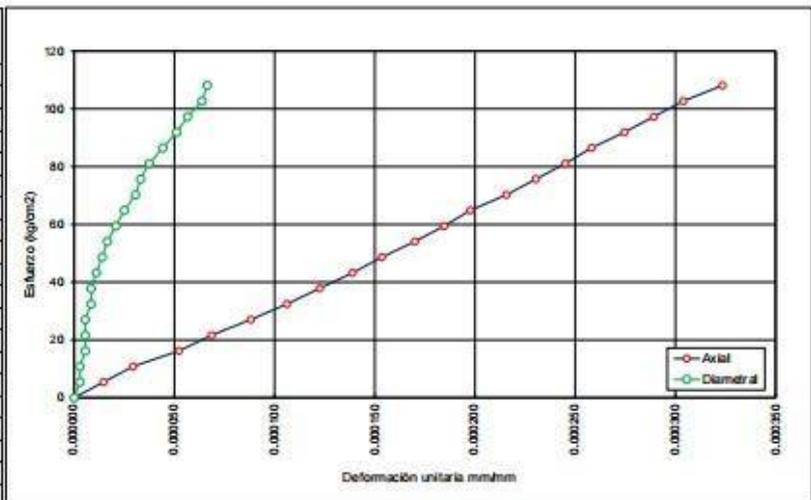
	REPORTE DE ENSAYO	Código	CFE-018
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL CONCRETO ASTM C469	Versión	01
		Fecha	01-03-23
		Página	1 de 1

No. Informe : JCH 24-089
 Solicitante : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Ubicación : SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Fecha de Ensayo : 17/06/2024

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Procedencia : Elaboración propia
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"
 F'c de diseño : 210 kg/cm²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469

Deformación Unitaria Axial mm/mm	Deformación Unitaria Diametral mm/mm	Esfuerzo kg/cm ²
0.000000	0.000000	0.00
0.000015	0.000003	5.40
0.000029	0.000003	10.81
0.000052	0.000006	16.21
0.000069	0.000006	21.61
0.000088	0.000006	27.02
0.000106	0.000008	32.42
0.000123	0.000008	37.83
0.000139	0.000011	43.23
0.000154	0.000014	48.63
0.000170	0.000017	54.04
0.000185	0.000021	59.44
0.000198	0.000025	64.84
0.000216	0.000031	70.25
0.000230	0.000033	75.65
0.000245	0.000037	81.06
0.000258	0.000044	86.46
0.000275	0.000051	91.86
0.000289	0.000057	97.27
0.000304	0.000064	102.67
0.000324	0.000066	108.07



Fuente: ASTM C496

DATOS DE LA MUESTRA:

Identificación : 1% Ceniza de Bambu
 Método de curado utilizado : Sumergido en agua
 Fecha de vaciado : 20/05/2024
 Edad : 28 días

RESULTADOS	
MÓDULO DE ELASTICIDAD	
Cie. Elás. f'c UL	21,626
Cie. Elás. f'c Nomin.	23,559
Módulo Elástico kg/cm ²	341,406
Coefficiente de Poisson	0.22

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por JCH
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

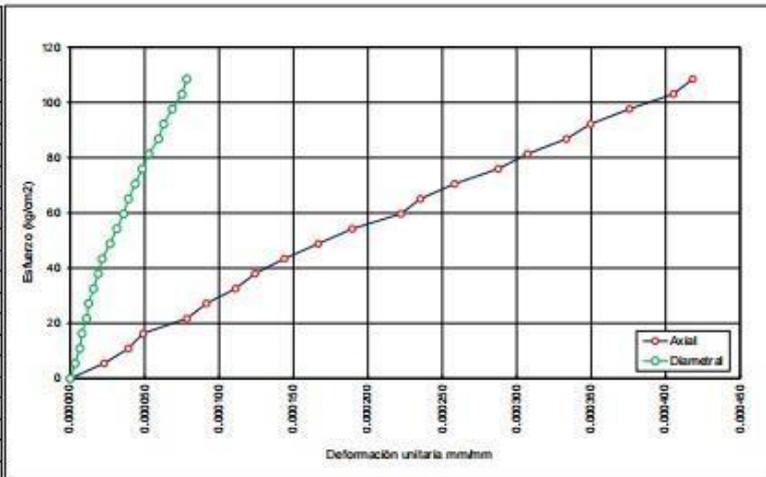
	REPORTE DE ENSAYO	Código	CFE-018
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL CONCRETO ASTM C469	Versión	01
		Fecha	01-03-23
		Página	1 de 1

No. Informe : JCH 24-089
 Solicitante : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Ubicación : SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Fecha de Ensayo : 17/06/2024

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Procedencia : Elaboración propia
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"
 F'c de diseño : 210 kg/cm²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469

Deformación Unitaria Axial mm/mm	Deformación Unitaria Diametral mm/mm	Esfuerzo kg/cm ²
0.000000	0.000000	0.00
0.000023	0.000003	5.42
0.000039	0.000007	10.85
0.000049	0.000008	16.27
0.000078	0.000011	21.70
0.000092	0.000012	27.12
0.0001111	0.000016	32.55
0.000124	0.000019	37.97
0.000144	0.000022	43.40
0.000167	0.000027	48.82
0.000190	0.000031	54.25
0.000222	0.000036	59.67
0.000235	0.000039	65.10
0.000258	0.000044	70.52
0.000288	0.000048	75.95
0.000307	0.000053	81.37
0.000333	0.000059	86.80
0.000350	0.000063	92.22
0.000376	0.000069	97.65
0.000405	0.000075	103.07
0.000418	0.000078	108.50



Fuente: ASTM C469

DATOS DE LA MUESTRA:
 Identificación : 3% Ceniza de Bambu
 Método de curado utilizado : Sumergido en agua
 Fecha de vaciado : 20/05/2024
 Edad : 28 días

RESULTADOS	
MÓDULO DE ELASTICIDAD	
Cte. Elás. fc Ult.	15,243
Cte. Elás. fc Nomin.	16,856
Módulo Elástico kg/cm ²	244,262
Coefficiente de Poisson	0.19

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por JCH
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

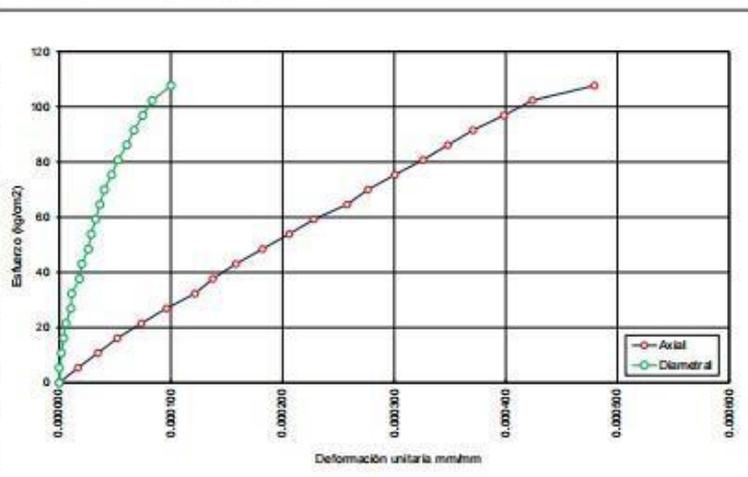
	REPORTE DE ENSAYO	Código	CFE-018
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL CONCRETO ASTM C469	Versión	01
		Fecha	01-03-23
		Página	1 de 1

No. Informe : JCH 24-089
 Solicitante : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MODULO ELASTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Ubicación : SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Fecha de Ensayo : 17/06/2024

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Procedencia : Elaboración propia
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"
 Fc de diseño : 210 kg/cm²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469

Deformación Unitaria Axial mm/mm	Deformación Unitaria Diametral mm/mm	Esfuerzo kg/cm ²
0.000000	0.000000	0.00
0.000017	0.000000	5.38
0.000035	0.000002	10.77
0.000052	0.000004	16.15
0.000074	0.000006	21.53
0.000095	0.000010	26.91
0.000122	0.000011	32.30
0.000138	0.000018	37.68
0.000158	0.000020	43.06
0.000182	0.000026	48.44
0.000206	0.000029	53.83
0.000228	0.000033	59.21
0.000258	0.000036	64.59
0.000276	0.000040	69.97
0.000301	0.000047	75.36
0.000326	0.000053	80.74
0.000348	0.000060	86.12
0.000371	0.000067	91.51
0.000398	0.000075	96.89
0.000424	0.000083	102.27
0.000479	0.000100	107.65



Fuente: ASTM C469

DATOS DE LA MUESTRA:

Identificación : 5% Ceniza de Bambu
 Método de curado utilizado : Sumergido en agua
 Fecha de vaciado : 20/05/2024
 Edad : 28 días

RESULTADOS	
MÓDULO DE ELASTICIDAD	
Cie. Elás. fc Ul.	14,984
Cie. Elás. fc Nomin.	16,131
Módulo Elástico kg/cm ²	233,756
Coefficiente de Poisson	0.20

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por JCH
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo



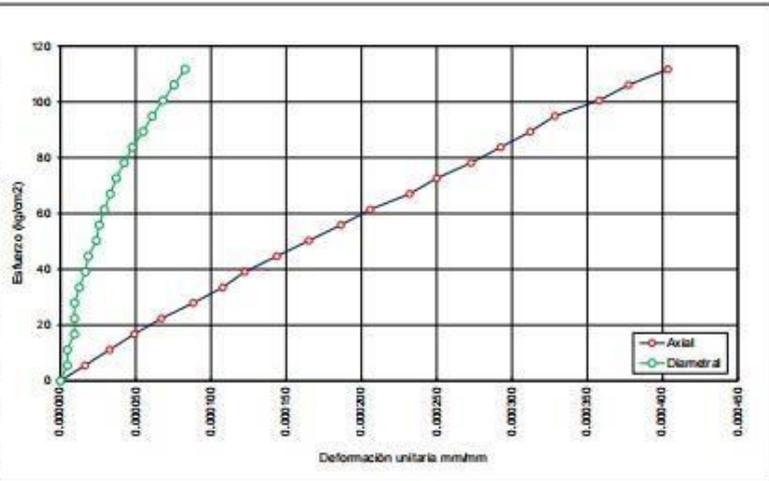
REPORTE DE ENSAYO		Código	CFE-018
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL CONCRETO ASTM C469		Versión	01
		Fecha	01-03-23
		Página	1 de 1

No. Informe : JCH 24-089
 Solicitante : BRYAN JULINHO ALDAVA GOMEZ & FLORES PONTE KATHERINE LUCIA
 Proyecto : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAMBU EN EL MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Ubicación : SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Fecha de Ensayo : 17/06/2024

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Procedencia : Elaboración propia
 Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"
 F'c de diseño : 210 kg/cm²

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469

Deformación Unitaria Axial mm/mm	Deformación Unitaria Diametral mm/mm	Esfuerzo kg/cm ²
0.000000	0.000000	0.00
0.000016	0.000005	5.58
0.000033	0.000005	11.17
0.000049	0.000009	16.75
0.000067	0.000009	22.34
0.000088	0.000009	27.92
0.000108	0.000013	33.50
0.000123	0.000017	39.09
0.000144	0.000019	44.67
0.000165	0.000024	50.26
0.000186	0.000026	55.84
0.000206	0.000029	61.43
0.000232	0.000033	67.01
0.000250	0.000037	72.59
0.000273	0.000042	78.18
0.000292	0.000048	83.76
0.000312	0.000055	89.35
0.000328	0.000061	94.93
0.000358	0.000068	100.51
0.000377	0.000075	106.10
0.000404	0.000083	111.68



Fuente: ASTM C469

DATOS DE LA MUESTRA:

Identificación : Patron 06
 Método de curado utilizado : Sumergido en agua
 Fecha de vaciado : 20/05/2024
 Edad : 28 días

RESULTADOS	
MÓDULO DE ELASTICIDAD	
Cte. Elás. f _c Ult.	16,327
Cte. Elás. f _c Nomin.	18,711
Módulo Elástico kg/cm ²	271,144
Coefficiente de Poisson	0.21

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por JCH
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo