



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades físico-mecánicas en adoquines de concreto 210kg/cm<sup>2</sup>,  
2023

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

Ingeniera Civil

**AUTORAS:**

Casique Santander, Valeria Alejandra (orcid.org/0000-0001-8493-0835)  
Dias Benzaquen, Jilary Nicol (orcid.org/0000-0001-9720-404X)

**ASESOR:**

Mg. Ascoy Flores, Kevin Arturo (orcid.org/0000-0003-2452-4805)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**TARAPOTO - PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

Esta tesis se lo dedico a mi Capulí, que en paz descansé, a mi Normilla hermosa, a Lui mi hermana, a mis sobrinos (Anthonie y Abby), mis tíos, mis abuelitos y a mis mejores amigos, que han sido parte de este hermoso viaje con rumbo a mi formación profesional, los amo, este logro es para ustedes.

**Jilary Nicol Dias Benzaquen**

Dedico esta tesis con todo mi corazón a mis abuelitos paternos y a mis padres, ya que sin ellos no pudiera estar aquí, y mucho menos poder cumplir mis metas planteadas, los amo con todo mi corazón.

**Valeria Alejandra Casique Santander**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a Dios por darme salud y sabiduría para desenvolverme en este significativo camino de formación profesional. Así mismo, a mi difunto padre que desde donde esté me acompaña, también a mi mamá por ser mi mentora, amiga y confidente, dado que no soltó mi mano y en cada tropiezo me levantó, a mi familia (hermana, tíos y abuelitos) y a cada uno que en todo este tiempo siempre se preocuparon por mí y mi carrera.

**Jilary Nicol Dias Benzaquen**

Agradezco principalmente a Dios por cuidar a mi persona y en especial a mi amada familia, agradezco especialmente a mi Papá San, a mi Mamá Chely y a mi Papá Yuri por estar constantemente conmigo todo en este proceso que poco a poco estoy logrando dentro del ámbito laboral y profesional de mi futura carrera.

**Valeria Alejandra Casique Santander**

# DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades físico-mecánicas en adoquines de concreto 210kg/cm<sup>2</sup>, 2023", cuyos autores son DIAS BENZAQUEN JILARY NICOL, CASIQUE SANTANDER VALERIA ALEJANDRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TARAPOTO, 21 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
KEVIN ARTURO ASCOY FLORES <b>DNI:</b> 46781063 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 21-12- 2023 20:04:26

Código documento Trilce: TRI - 0705054



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, DIAS BENZAQUEN JILARY NICOL, CASIQUE SANTANDER VALERIA ALEJANDRA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis Completa titulada: "Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades físico-mecánicas en adoquines de concreto 210kg/cm<sup>2</sup>, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis Completa:

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.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
JILARY NICOL DIAS BENZAQUEN <b>DNI:</b> 77486738 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9720-404X	Firmado electrónicamente por: JDIASB el 21-12-2023 22:03:32
VALERIA ALEJANDRA CASIQUE SANTANDER <b>DNI:</b> 71423531 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8493-0835	Firmado electrónicamente por: VCASIQUE el 21-12- 2023 21:26:33

Código documento Trilce: TRI - 0705052



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos .....	16
3.6. Método de análisis de datos .....	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN .....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS .....	31
ANEXOS.....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Diseño experimental de la investigación a la resistencia a la comprensión .....	10
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de adoquines de concreto para el ensayo de resistencia a la comprensión. ....	14
<b>Tabla 3.</b> Resultados promedio del $f'c$ en adoquines de 20 x 10 x 8cm. ....	19
<b>Tabla 4.</b> Resultados promedio del peso específico en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	19
<b>Tabla 5.</b> Resultados promedio (%) de la absorción en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	20
<b>Tabla 6.</b> Resultados $f'c$ de un concreto patrón (0%) en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	20
<b>Tabla 7.</b> Resultados $f'c$ de un concreto con sustitución al 1% en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	21
<b>Tabla 8.</b> Resultados $f'c$ de un concreto con sustitución al 2% en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	21
<b>Tabla 9.</b> Resultados $f'c$ de un concreto con sustitución al 3% en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	21
<b>Tabla 10.</b> Resultados $f'c$ de un concreto con sustitución al 4% en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	22
<b>Tabla 11.</b> Resultados del peso específico de adoquines patrón de 20 x 10 x 8cm .....	22
<b>Tabla 12.</b> Resultados del peso específico con sustitución al 1% en adoquines de 20 x 10 x 8cm.....	23
<b>Tabla 13.</b> Resultados del peso específico con sustitución al 2% en adoquines de 20 x 10 x 8cm.....	23
<b>Tabla 14.</b> Resultados del peso específico con sustitución al 3% en adoquines de 20 x 10 x 8cm.....	23

<b>Tabla 15.</b> Resultados del peso específico con sustitución al 4% en adoquines de 20 x 10 x 8cm.....	24
<b>Tabla 16.</b> Resultados de absorción de adoquines patrón de 20 x 10 x 8cm.....	24
<b>Tabla 17.</b> Resultados de absorción con sustitución al 1% en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	25
<b>Tabla 18.</b> Resultados de absorción con sustitución al 2% en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	25
<b>Tabla 19.</b> Resultados de absorción con sustitución al 3% en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	25
<b>Tabla 20.</b> Resultados de absorción con sustitución al 4% en adoquines de 20 x 10 x 8cm .....	26



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Reacción de las variables en este estudio .....	10
<b>Figura 2.</b> Dimensiones del adoquín de diseño.....	13
<b>Figura 3.</b> Patrones de porcentajes de acuerdo a antecedentes sobre la resistencia a la comprensión.....	14
<b>Figura 4.</b> Imagen representativa de la ruta: inversiones Abregu hasta el laboratorio Sakiaro.....	70
<b>Figura 5.</b> Molde de para la elaboración de los adoquines.....	70
<b>Figura 6.</b> Ruta desde el molino Neira hasta el laboratorio Sakiaro. ....	71

## RESUMEN

La presente tesis mantuvo como objetivo primordial de evaluar la forma que influye la sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánica para adoquines 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. Para ejecutar este proyecto de investigación se realizó primero los ensayos de laboratorio, correspondientes a los agregados (arena gruesa y arena triturada), así como también a la ceniza de tusa de maíz, la cual sería usado como sustituto proporcional del cemento en porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4%, estos ensayos fueron de: peso unitario, peso específico, absorción, granulometría y su porcentaje húmedo. Una vez realizado todos los estudios de laboratorio, se hizo la dosificación correcta de la mezcla para formar los adoquines de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a la muestra patrón y las muestras que tendrán sustitución, esto con el propósito de mejorar sus características físico-mecánicas, los ensayos a compresión se realizaron a 7, 14 y 28 días de fraguado, así mismo para los otros ensayos. Como resultados de la investigación se obtuvo que el porcentaje de 4% mejora su aguante a la fuerza de compresiva con  $f'c = 312,29 \text{ kg/cm}^2$ , a igual manera para el peso específico con  $1.07 \text{ g/cm}^3$  y la absorción de 1.35%.

**Palabras clave:** Ceniza de tusa de maíz, resistencia a la compresión, peso específico y absorción, adoquines.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis was to evaluate the influence of the partial substitution of Portland cement by corn stover ash in the improvement of its physical-mechanical properties for pavers 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. To carry out this research project, laboratory tests were carried out first, corresponding to the aggregates (coarse sand and crushed sand), as well as to the corn stover ash, which would be used as a proportional substitute for cement in percentages of 1%, 2%, 3% and 4%, these tests were: unit weight, specific weight, absorption, granulometry and its wet percentage. Once all the laboratory studies were carried out, the correct dosage of the mixture was made to form the concrete pavers  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , to the standard sample and the samples that will be substituted, this with the purpose of improving its physical-mechanical characteristics, the compression tests were carried out at 7, 14 and 28 days of setting, as well as for the other tests. As results of the investigation it was obtained that the percentage of 4% improves its resistance to compressive strength with  $f'c = 312.29 \text{ kg/cm}^2$ , as well as for the specific weight with  $1.07 \text{ g/cm}^3$  and the absorption of 1.35%.

**Keywords:** Corn stover ash, compressive strength, specific gravity and absorption, pavers.

## I. INTRODUCCIÓN

Como realidad problemática se tiene que para la actualidad hay un incremento en la búsqueda de nuevas alternativas aprovechables que permitan mejorar las características propias del concreto, esto debido al aumento de obras viales con pavimento semirrígido, de tal manera que se llegan a emplear cenizas volantes de instalaciones industriales que generan energía eléctrica a partir de biomasa, en sustitución del material cementoso (Torres Gómez, 2018). En relación a la pavimentación con adoquines el diseño representa el arte, la práctica, la durabilidad y la estética de esta, por lo que su elaboración y su uso dentro de proyectos está aumentando (Pérez, Meireles, Fuentes, Peña, & Alonso, 2022). No obstante, a lo antes mencionado, la utilidad cada vez está disminuyendo al paso del tiempo, por lo que se buscan nuevas propuestas que permitan mejorar la capacidad mecánica, tales como su resistencia a compresión, peso específico y absorción. Por lo que los materiales deben ser u ocupar características que al ser quemadas y convertidas en ceniza estas contengan silicio, óxido de aluminio, entre otros componentes fisicoquímicos que mejoraran al concreto que se diseña, así como también le proporcionará trabajabilidad y desarrollo de sus capacidades mecánicas (Germán Arbeláez, 2020). Estudios con relación a lo antes mencionado que fueron realizados dentro de nuestro territorio. Por ejemplo, Suca (2022) donde analizaron el comportamiento de la ceniza de los tallos de la tusa de maíz, este caso el amarillo con su reemplazo parcial del cemento permitiendo mejorar sus capacidades mecánicas en el concreto, donde este reemplazo fue beneficiosa ya que las propiedades de la ceniza que se incorporó si es compatible e incluso similar al cemento convencional que se usó, y finalmente la adición que mejor trabajó fue de 2% y 4%. Además, para ampliar conocimientos, Juárez (2022) ha investigado cómo el nivel de ceniza mazorca de maíz en porcentajes parciales de 0%, 5%, 10% y 15% afecta el aguanete de manera mecánica para un hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . De tal manera que se observa un incremento significativo en el aguanete a la presión con la agregación de cenizas de mazorca de maíz hasta el 10% de incorporación, cumpliendo con las Normativas vigentes de nuestro territorio, esto según la NTP 399.611. Sin embargo, para la incorporación al 15%, la resistencia baja en comparación al prototipo base debido al reemplazo del cemento por ceniza afecta negativamente

la trabajabilidad del material. También se puede mencionar en esta situación, la investigación desarrollada por Allauca, Amen y Lung (2009), “el empleo de cemento Portland convencional con la añadidura de puzolana, humo de sílice o cenicilla de cascarilla del arroz conlleva a una ventajosa elevación de su resistencia, una reducción en el vínculo agua-cemento, un aumento en el módulo de elasticidad y una mayor facilidad de manejo. Esto da como resultado un concreto que exhibe una mayor durabilidad y, al mismo tiempo, se vuelve más económico” (pág. 7). Por ende, con relación a lo antes señalado, y las diferentes investigaciones desarrolladas respecto al uso de diversas cenizas para mejorar la calidad del concreto, sin embargo, a la fecha de hoy no se ha investigado el empleo de cenicilla de tusa de maíz para aumentar el aguante a la fuerza compresiva y sus características físicas en bloques de hormigón con un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo, en este estudio se evaluará la influencia del relevo parcial del cemento por la ceniza de la tusa de maíz para perfeccionar las cualidades físico-mecánicas en adoquines de concreto, reduciendo también el desperdicio de estas, ayudando como un aditivo reforzante al cemento. En consecuencia, respecto de un estudio propuesto dentro de nuestra realidad problemática, se hace la siguiente afirmación para el **problema general** ¿ De qué manera influye la sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánicas para adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023? Ante esto se plantea consecutivamente los **problemas específicos**, **N°1:** ¿De qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión para adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023?, **N°2:** ¿ De qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en el peso específico de los adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023?, **N°3:** ¿De qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la absorción de los adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023? teniendo presente para esta investigación la **justificación teórica**, el proyecto buscará ampliar el conocimiento donde se fabrican adoquines de hormigón parcialmente a base de cemento por ceniza de tusa de maíz para optimizar sus propiedades físico-mecánicas en su resistencia a compresión , gravedad específica y la tasa de su absorción en los adoquines de concreto, dando así es la mejor calidad en la

ciudad de Tarapoto. Como **justificación legal**, esta indagación usara las normas técnicas peruanas para los estudios a realizar guiándonos de la NTP 399.611. Como **justificación tecnológica**, esta investigación hará uso de instrumentos y equipos para corroborar sus propiedades mecánicas las cuales son resistencia a la compresión y propiedades físicas como su peso específico y su absorción . Se tiene en cuenta que el **objetivo general** es: Evaluar de qué forma influye la sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánica para adoquines 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. De igual modo, los **objetivos específicos** son: **N°1**: Evaluar de qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión para adoquines 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. **N°2**: Evaluar de qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en el peso específico de los adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. **N°3**: Evaluar de qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la absorción de los adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. Siendo así, se obtiene como **hipótesis general**: La sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánicas para adoquín de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. De igual manera, las **hipótesis específicas** son: **N°01**: La sustitución parcial del cemento por la ceniza de tusa de maíz mejorará la resistencia a la compresión del adoquín de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. **N°02**: La sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz influenciará positivamente el peso específico de los adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023. **N°3**: La sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz influenciará de manera positiva en la absorción de los adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Para los **antecedentes internacionales** mantenemos a los ensayistas Viera y Angulo (2020) para su análisis del desempeño del hormigón, mediante una mezcla diseñada para alcanzar una resistencia de 17,23 MPa. Este estudio evaluó la densidad y su aguante a compresión sustituyendo el cemento Tipo I con porcentajes del 10, 20 y 30% de RHA, un subproducto de la transformación industrial de combustión de la cáscara de arroz. Permitiendo sacar sus características como su contenido de óxido de sílice en un porcentaje del 89,20% esto permite la fluidez, durabilidad y resistencia de la mezcla. Así mismo, los resultados obtenidos en laboratorio de acuerdo al porcentaje de sustitución serían que para las probetas sin la adición, ya que se alcanzó una resistencia igual a la compresión de 18,34 MPa, para el 10% de RHA un 10,64 MPa, el 20% de RHA un 7,75 MPa y para el 30% de RHA un 4.68 MPa, definiendo así que al adicionar un 10% de RHA se obtendrán resultados similares que la muestra de hormigón convencional y que a medida que se vaya aumentando los porcentajes de RHA irá disminuyendo su resistencia a compresión. También Bastidas (2019) quien investigó cómo se comporta la CCA en aplicaciones de construcción y contribuir así al medio ambiente, de la cual se planteó la idea de incorporar la CCA a una mezcla de concreto tradicional. De esta manera, se busca reducir la cantidad de este residuo que actualmente carece de un uso específico. De tal manera que se reemplazó al cemento por CCA en porcentajes de 5 y 10. Teniendo como resultados a los 28 días de curado al 5% un  $f'c=203.14 \text{ kg/cm}^2$ , alcanzando un 96.73% del diseño del aguante para un hormigón tradicional con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y solo influenciaría en la minimización del presupuesto de su fabricación. Sin embargo, para la sustitución del 10% del cemento por la CCA si hace una notable mejoría en sus propiedades mecánicas, como es en su resistencia a compresión, esto viéndose reflejado a partir de su tercera semana de curado y obteniendo que a sus 28 días de curado lo que viene a ser un  $f'c$  de  $245 \text{ kg/cm}^2$  superando el aguante que tiene de diseño muestra patrón, con un 116.75%. Dentro de los **antecedentes nacionales**, tenemos a los ensayistas Alvares y Orado (2023) donde se analizó cómo el porcentaje de cenicilla de la cáscara de arroz que reemplaza al cemento perturba las cualidades físico-mecánicas para el concreto, centrándose en el concreto  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Se

utilizó CCA para reemplazar el 5%, 10%, 15% y 20% del cemento, y se realizaron pruebas durante 7 días, 14 días y 28 días respectivamente, el fruto de la investigación fue que la resistencia a la compresión del hormigón estándar con un (0% de sustitución) fue de 183,63 kg/cm<sup>2</sup>, entre los cuales el efecto de reemplazo del 5% de CCA es el mejor, alcanzando 138,35 kg/cm<sup>2</sup>. El peor comportamiento es cuando la tasa de reposición al 20%, con un aguante a compresión de 59,28 kg/cm<sup>2</sup>. Después de 14 días, el aguante que tuvo a compresión el hormigón estándar con un (0% de reposición) fue de 198,60 kg/cm<sup>2</sup>. Cuando a su cuantía de sustitución de CCA es del 5%, la resistencia es la mejor, que es de 161.05 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que cuando la cantidad de sustitución es del 20%, la resistencia es la peor, que es de 62 kg/cm<sup>2</sup>. Después de 28 días, la resistencia promedio del concreto no reemplazado (0%) se obtuvo 229,56 kg/cm<sup>2</sup>, que fue el resultado más alto. Cuando la cantidad de sustitución de CCA es del 5%, la resistencia promedio es de 204,70 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que cuando la cantidad de sustitución es del 20%, el rendimiento es el peor y el aguante promedio de este será de 60,94 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, para los tesisistas Juárez (2022) han investigado cómo el nivel de ceniza mazorca de maíz en porcentajes parciales de 0, 5, 10 y 15% afecta la resistencia mecánica de un hormigón f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Por consiguiente, según las consecuencias, se tiene que a 28 días de su respectivo curado se consiguió conocer el aguante a su fuerza de compresión el 0% es de 249.80kg/cm<sup>2</sup>, al 5% es de 277.23kg/cm<sup>2</sup>, 10% es de 247.86kg/cm<sup>2</sup> y al 15% es de 239.48kg/cm<sup>2</sup>, entonces se observa un incremento significativo en el aguante a la compresión con el aumento de cenizas de mazorca de maíz hasta el 10% de incorporación, asegurando su rendimiento con la NTP 399.611. Sin embargo, partiendo desde el 15% de incorporación, la resistencia que esta presenta será baja en comparación al prototipo base debido a que la sustitución de cemento por cenizas afecta negativamente la trabajabilidad del material. También, para Valles y Vela (2021) evaluaron las posibilidades de incrementar el aguante a compresión de bloques de hormigón supliendo al cemento en porcentajes de 0%, 1.5%, 3.5% y 5.5% por ceniza de la mazorca de maíz para un f'c de 175 kg/cm<sup>2</sup>. Consiguiendo de resultados donde a los 7 días el aguante que tiene a la compresión el prototipo fue de 268.3kg/cm<sup>2</sup>, 287.0kg/cm<sup>2</sup>, 233.2kg/cm<sup>2</sup> y 234.0kg/cm<sup>2</sup> al 1.5%, 3.5% y al 5.5%



correspondientemente, en 28 días se alcanzó 320.6kg/cm<sup>2</sup> al 0%, 324.3kg/cm<sup>2</sup> con 1.5%, 321.8kg/cm<sup>2</sup> con 3.5% y 320.3kg/cm<sup>2</sup> con 5.5%. Definiendo así que el bloque de hormigón intensificado con ceniza de la mazorca de maíz amarillo con 1.5% acrecentará más que los otros porcentajes de sustitución en los 28 días, su resistencia a la compresión. Destacan los tesistas Correa y Polo (2019) investigaron cómo el nivel de cenicilla de la caña de azúcar en porcentajes de 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% afecta las particularidades físicas y mecánicas de los bloques tipo II destinados a la circunvalación ligera, esto con un diseño de mezcla de  $f'c=380$  kg/cm<sup>2</sup>. De tal manera, según los resultados a 28 días de curado se visualiza un acrecentamiento significativo de su aguante a la compresión con la integración de cenizas de la caña de azúcar hasta el 12%, cumpliendo con la Norma Técnica Peruana 399.611. Sin embargo, al 15% de esta integración a la mezcla, la resistencia se reduce en comparación con los adoquines tipo II estándar debido a que la sustitución de cemento por cenizas afecta negativamente la trabajabilidad del material. En cuanto a la absorción, al agregar la ceniza de la caña de azúcar en el cemento, en todos los porcentajes ya antes mencionado en la investigación lo que hará es que reducirá los poros en el cemento, haciendo impermeable a la mezcla. Finalmente, el tesista Bocanegra (2018), donde investigó el reemplazo que tiene el cemento por la innovadora cenicilla de tusa de maíz a los porcentajes del 0%, 5% y 10% influyen de manera positiva en un hormigón de  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>. De igual forma nos menciona que a los 28 días el modelo patrón llegó a obtener 266.18kg/cm<sup>2</sup> de resistencia lo cual a su vez nos deja saber que al 5% se obtuvo 311.93 kg/cm<sup>2</sup> y al 10% un 228.88 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia. Por ende, se entiende que la mayor resistencia se llegó a obtener al 5% dando un mayor logro al del mortero patrón. Luego de considerar el contexto histórico, se procede a describir detalladamente la base teórica de esta investigación, con respecto a las variables: Referente a la **variable independiente: ceniza de tusa de maíz**, en toda Sudamérica, los incas descubrieron esta antigua costumbre y desarrollaron un método más eficiente para recolectar su materia prima. con demasiada demanda en temporadas fuertes del año. Según Forero (2013) nos dice que la ceniza de tusa es una de los mayores recursos de alimento desde épocas antiguas, teniendo diferentes maneras de usarlas, ya sea medicinal o artesanal, así como también

de manera energética, haciendo estudios que permiten crear briquetas de combustión a base de tusa y carbón. Del mismo modo Barrera (2010) explica que no hay un uso demandante para la tusa dentro del sector constructivo. Donde la cenicilla de tusa de maíz se forma al calcinarse a una temperatura mayor de 400°C, dentro de hornos, resaltando que esta contará con dióxido de silicio y óxido de aluminio, las cuales serán beneficioso para el cemento puesto que estos componentes también traen el cemento convencional, así como también el óxido de calcio y hierro permitiendo reforzar aún más sus propiedades mecánicas y favorecerá en la producción del Clinker en el cemento (Chipatecua, 2023). En esta investigación reemplazamos de forma parcial al cemento por la ceniza de la tusa en los tantos por cientos de 0%, 1%, 2%, 3% y 4% llevando a cabo los ensayos a compresión, peso específico y absorción. para evaluar su comportamiento durante 7, 14 y 28 días. En relación con las bases teóricas de nuestra **variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas**, donde las cualidades mecánicas de un material distinguen un componente de otro según su material del que este hecho o estructura que lo forma en que responde a efectos físicos o químicos. La estructura molecular de un material determina sus propiedades físicas y químicas específicas. La mecánica de materiales se centra en el estudio de las deformaciones y desplazamientos en cargas dentro de las estructuras y sus componentes. Por ello, utilizamos esta disciplina para comprender en detalle cómo estos efectos físicos se manifiestan en una variedad de estructuras, formas y materiales. (G. Frade, 2013). De tal manera que nos pueda proporcionar información necesaria de lo que estamos haciendo y usando para la fabricación de cualquier estructura. Del mismo modo para los diseños de concreto, ya sea armado, reforzado o simple, se debe realizar ensayos al comportamiento que tendrá el hormigón en su etapa de endurecimiento, para poder determinar la acción que esta tendrá durante su vida útil. **Resistencia a la compresión (f'c)**: Cemex (2019) nos dice que es la capacidad de tolerar una carga, generalmente expresada en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y psi; kg/cm<sup>2</sup> se usa con mayor frecuencia en América Latina. Se manipulan especialmente para determinar si una composición de hormigón determinada acata con los requerimientos de resistencia. (f'c) Los propósitos de control de calidad asignados a una estructura particular se pueden lograr evaluando la resistencia del concreto de esa

estructura durante su curado adecuado. Son los ensayos que se llegan a realizar en una máquina especial para la resistencia a compresión, esto en el laboratorio para comprender el cuestionario de ¿Es la dosis óptima la mezcla? (Cemex, 2019). Según Hernández, Gómez, Contreras, y Padilla (2018), esta prueba de resistencia proporciona información detallada sobre las cualidades mecánicas del material y su respuesta a la carga estática, o con el tiempo aumenta gradualmente. El resultado de las pruebas realizadas utilizando el promedio de al menos tres pruebas de aguante a la compresión, realizadas de manera convencional y con la inclusión de aditivos de ceniza de tusa de maíz en tantos por cientos, se obtiene después de probar el mismo material durante 7 días, 14 días y 28 días. Ensayos del aguante a la compresión del hormigón, con el  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  como parámetro, determinarán sus dimensiones de ceniza de tusa al 0%, 1%, 2%, 3% y 4%. **Peso específico:** es un cálculo de suma importancia, la cual es empleada para determinar el peso y los volúmenes en una mezcla y, sobre todo, para deducir otras propiedades de la misma (Konkretes, 2023). También es la medida de cuánto pesa una unidad de volumen del material, se refiere a situaciones donde el volumen considerado corresponde a un sólido que contiene poros o espacios vacíos, teniendo un enlace entre el peso respecto al peso de un volumen absoluto de agua (Arquitecturacivil, s.f.). **Absorción:** es calcular la absorción capilar de hormigones para garantizar la durabilidad del pavimento. En este tipo de prueba para adoquines, se evalúa la absorción de agua al comparar las diferencias de peso entre el estado seco y mojado. Por ende, se determina la capacidad del material poroso para absorber y transportar agua. Mismo también, viene a ser la variación en la cuantía de agua presente en una unidad de mampostería de concreto o una unidad relacionada, entre su estado saturado y su estado seco (Prefabricados de la Jara, 2023). Para la investigación se realizarán adoquines con la sustitución parcial en 0%, 1%, 2%, 3% y 4% del material cementoso por CT. Teniendo en cuenta lo que nos dice Pérez, Meireles, Fuentes, Peña y Alonso (2022) que la popularidad de los adoquines se debió a la velocidad de los carruajes tirados por caballos, lo que los convirtió en una opción destacable, esto debido a su diseño y a la suave transitabilidad que esta proporciona.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de Investigación.

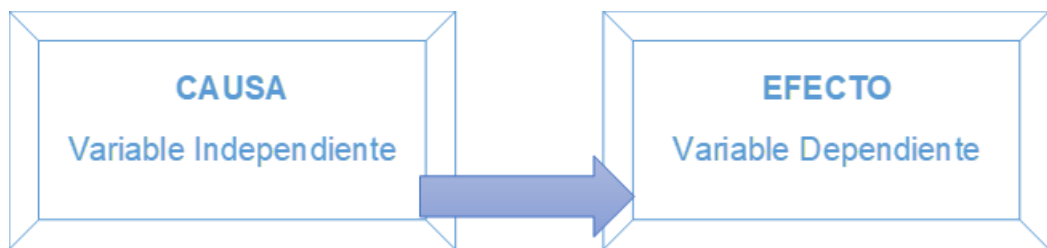
Esta indagación encaja a una investigación de **tipo laboratorio**, Arias, Holgado, Tafur, & Vasquez, (2022) nos dice que esto se lleva a cabo en un lugar dominado, acá el indagador opera su variable independiente con el fin de obtener un resultado o un efecto de la misma. En este caso, a partir de los resultados obtenidos se ponen a prueba las hipótesis formuladas al inicio del estudio. Esta investigación tiene un **nivel o alcance predictivo o experimental**, para Arias, Holgado, Tafur y Vasquez (2022) nos dice que se generan hipótesis predictivas que, para poder ser contrastadas, necesitan de un experimento con poblaciones uniformes. En este caso tendremos una población de 36 muestras para mejorar el pavimento ligero o peatonal.

##### 3.1.2. Diseño de Investigación

Para nuestra indagación se manejó un **diseño cuasi experimental**, según Hernandez, Fernández y Baptista (2014), menciona que esto es un estudio la cual se opera conscientemente la variable independiente (ceniza de tusa de maíz de tusa) para observar el impacto sobre la variable dependiente (Resistencia a la comprensión, peso específico y absorción). En este diseño, los dominados no se estipulan aleatoriamente a conjuntos ni se forman en parejas, sino que estos grupos se forman previo al experimento. Es decir, son grupos intactos y cómo se integran independientemente. Tiene un **enfoque cuantitativo**, este estudio supone una sólida comprensión y se basa en un proceso deductivo en el que las hipótesis previamente planteadas se prueban mediante cuantificación numeral y examen estadístico. Hernández, Fernández, & Baptista (2014), esta orientación se asocia a menudo con prácticas y medios científicos y empíricos. En este estudio, la investigación se realiza sobre casos “típicos” para obtener resultados generalizables. También se cuenta

con un **método deductivo, inductivo y experimental**, nos dice Arias, Holgado, Tafur y Vasquez (2022) que el deductivo es donde se logra mencionar que es una orientación de lo general a lo particular, lo que significa que comienza con una afirmación general de que desglosan a elementos específicos; en lo inductivo nos menciona que se la orientación va de casos particulares a lo general, lo cual se refiere que se inicia por datos individuales a un enunciado general y por último lo experimental nos comenta que la orientación se da desde su objetivo es predecir y explicar qué sucederá en el futuro si se producen ciertos cambios en determinadas situaciones.

**Figura 1:** Reacción de las variables en este estudio



Fuente: Creación propia de las tesis, 2023.

**Tabla 1:** Diseño experimental de la investigación a la resistencia a la comprensión

<b>GE</b>	<b>T - 1</b>	<b>T - 2</b>	<b>T - 3</b>
	0% CT	0% CT	0% CT
<b>GE - 1</b>	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)
	1% CT	1% CT	1% CT
<b>GE - 2</b>	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)
	2% CT	2% CT	2% CT
<b>GE - 3</b>	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)
	3% CT	3% CT	3% CT
<b>GE - 4</b>	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)
	4% CT	4% CT	4% CT
<b>GE - 5</b>	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)	(Suplente del cemento)

Fuente: Creación propia de las tesis, 2023.

**Dónde:**

GE – 1 =  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  más 0% CT

GE – 2 =  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  más 1% CT

GE – 3 =  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  más 2% CT

GE – 4 =  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  más 3% CT

GE – 4 =  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  más 4% CT

T – 1, T – 2, T – 3, T – 4 días = 7, 14, 28 días

GE = Grupo experimental

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **3.2.1. Variables**

**Variable Independiente:** Ceniza de tusa de maíz (sustitución parcial del cemento)

**Variable Dependiente:** Propiedades físico-mecánicas (resistencia a la compresión, su peso específico y su absorción)

### 3.2.2. Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Independiente</b> Ceniza de tusa de maíz (sustitución parcial del cemento)	La ceniza de tusa de maíz se forma al calcinarse a más de 400°C resaltando que esta contará con dióxido de silicio y óxido de aluminio, las cuales serán beneficioso para el cemento puesto que estos componentes también trae el cemento convencional, así como también el óxido de calcio y hierro permitiendo reforzar aún más sus propiedades mecánicas y favorecerá en la producción del Clinker en el cemento (Chipateuca, 2023).	En esta investigación reemplazaremos de forma parcial al cemento por la ceniza de tusa de maíz en porcentajes de 0%, 1%, 2%, 3% y 4% llevando a cabo los ensayos a compresión, peso específico y absorción para evaluar su comportamiento.	Diseño por ACI	Kg	Razón
			Diseño por porcentajes		
<b>Variable Dependiente</b> Propiedades físico-mecánicas	Las propiedades mecánicas de un material nos permiten distinguir un material de otro por su composición, estructura o la forma en que responde a influencias físicas o químicas. La estructura molecular de un material determina sus características físicas y químicas específicas. La mecánica de materiales se enfoca en el estudio de las deformaciones y desplazamientos de estructuras y sus componentes debido a las cargas que actúan sobre ellas. Por lo tanto, utilizamos esta disciplina para comprender en detalle cómo se manifiestan estos efectos físicos en diversas estructuras, formas y materiales (G. Frade, 2013).	Según Hernández, Gómez, Contreras y Padilla (2018) este ensayo de resistencia proporciona detalles sobre las propiedades mecánicas del material y su respuesta ante cargas estáticas o gradualmente crecientes a lo largo del tiempo. Se evaluará cómo se comporta la variable independiente durante 7, 14 y 28 días.	Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	Razón
		Es un cálculo de suma importancia, la cual es empleada para determinar el peso y los volúmenes en una mezcla y, sobre todo, para deducir otras propiedades de la misma (Konkretes, 2023).	Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	
		Es calcular la absorción capilar de hormigones para garantizar la durabilidad del pavimento. En este tipo de prueba para adoquines, se evalúa la absorción de agua al comparar las diferencias de peso entre el estado seco y mojado. Por ende, se determina la capacidad del material poroso para absorber y transportar agua. Mismo también, viene a ser la variación en la cantidad de agua presente en una unidad de mampostería de concreto o una unidad relacionada, entre su estado saturado y su estado seco. (Prefabricados de la Jara, 2023).	Absorción	%	

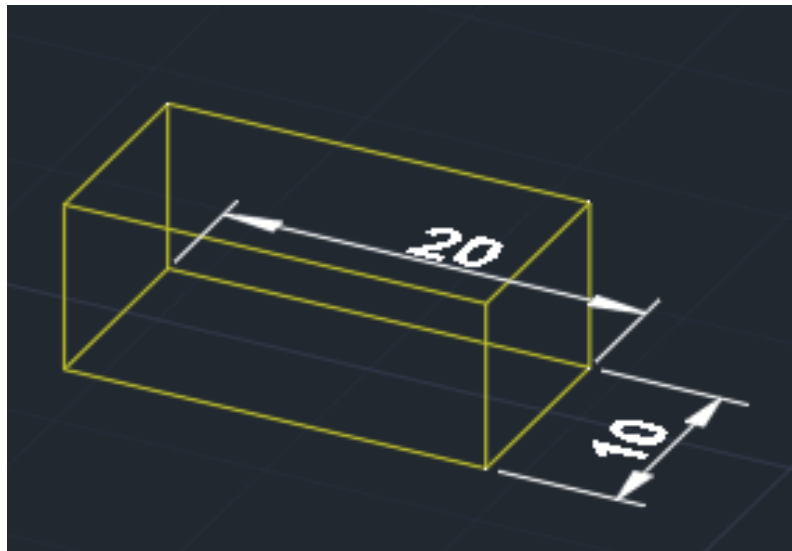
Fuente: Creación propia de las tesis, 2023.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población

Lo que sugiere Pineda, Luz de Alvarado, & H. de Canales (2016), una población es un grupo de sujetos, objetos que serán sometidos estudio (personas, animales, muestras de laboratorio). En este estudio, según disposiciones reglamentarias, se recomienda utilizar 45 bloques de concreto con  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y medidas  $20 \times 10 \times 8$  cm para tránsito ligero a medio.

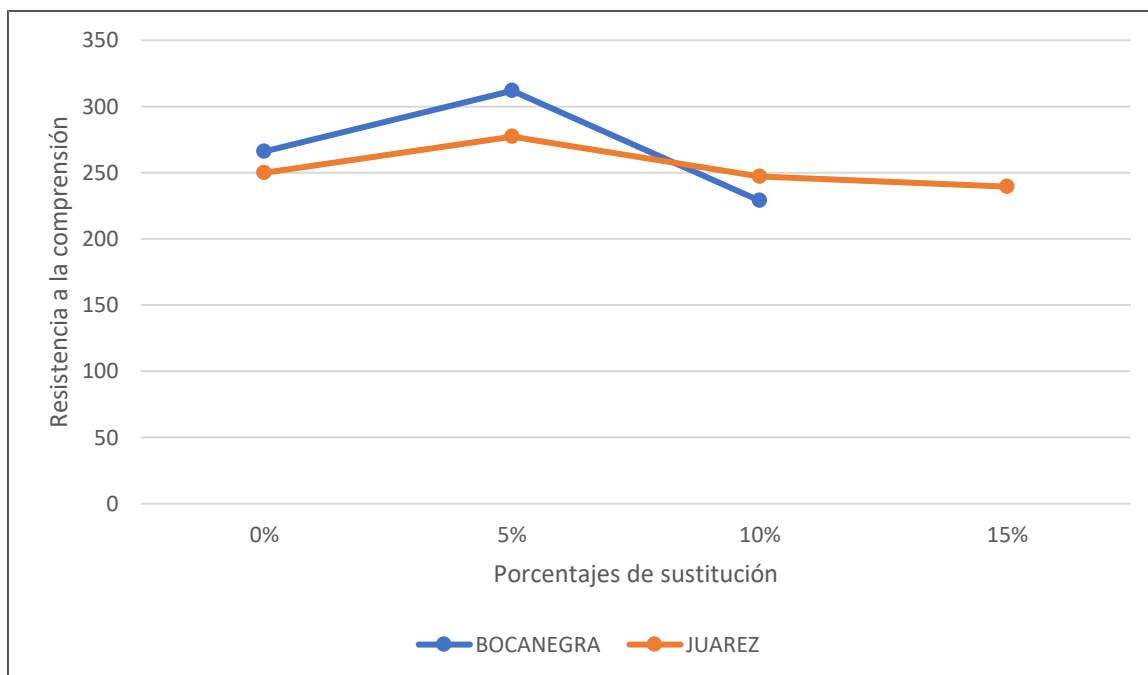
**Figura 2.** Dimensiones del adoquín de diseño.



Fuente: Fabricación propia de los tesisistas, 2023.



**Figura 3.** Patrones de porcentajes de acuerdo a antecedentes sobre la resistencia a la comprensión.



Del análisis de la figura 2 se puede deducir que se trabajar con los siguientes porcentajes 1%, 2%, 3% y 4%, debido a que a partir del 5% en adelante ya se nota la pérdida de resistencia a la comprensión por ende se evaluará los porcentajes inferiores al 5% para conocer cómo reaccionan estos datos.

**Tabla 2.** Cantidad de adoquines de concreto para el ensayo de resistencia a la comprensión.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
CENIZA DE TUSA DE MAÍZ	MEDICIÓN			PARCIAL
	7 DÍAS (und.)	14 DÍAS (und.)	28 DÍAS (und.)	
0%	03	03	03	09
1%	03	03	03	09
2%	03	03	03	09
3%	03	03	03	09
4%	03	03	03	09
<b>TOTAL, DE PROTOTIPOS</b>				<b>45 und.</b>

Fuente: Creación propia de las tesis, 2023.

La población para la dimensión resistencia a la comprensión población será comprendida por 45 prototipos mediante la creación de adoquines de 0.20 x 0.10 x 0.08 m que serán sometidos a la prensa hidráulica de acuerdo a las normativas NTP 399.611 y NTP 339.034.

### **3.3.2. Muestra**

Al ser la población de esta investigación de poca envergadura, no es requerido emplear una muestra.

### **3.3.3. Muestreo**

Para esta tesis no se pretende realizar técnicas de muestreo para la adquisición de muestras, porque se trabaja con toda nuestra población.

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

### **3.4.1 Técnicas**

Se usa la observación del laboratorio, de la cual es considerada como una indagación que implica la observación de un fenómeno mediante instrumentos específicos y en un entorno cuidadosamente regulado (Enciclopedia Humanidades, 2023).

Cuando una persona recopila y registra datos acerca de un experimento llevado a cabo en un entorno de laboratorio. Ejemplos de observaciones en laboratorio abarcan desde presenciar la cristalización hasta anotar los resultados de una encuesta. Existen diversas técnicas para efectuar observaciones en un laboratorio, y la elección del método suele estar condicionada por el tipo de experimento en cuestión (Science, 2022).

### **3.4.2. Instrumentos**

Estos instrumentos que se usa para la recopilación de datos serán la: ficha de observación de laboratorio.

### 3.5. Procedimientos

Lo primero que realizamos son los trabajos de gabinete, donde se compró todos los materiales que usaremos, primero compramos la arena gruesa de la cantera Cumbaza y la arena triturada de esta misma cantera, en Inversiones Abregu, así mismo se compró el cemento marca Pacasmayo en la ferretería Santa Rosa E.I.R.L, teniendo todo listo, nos trasladamos al laboratorio SAKIARO EIRL. (Ver anexo, Fig. 4)

Paralelo a ello mandamos a elaborar nuestros moldes, la cual está hecho de metal, teniendo una distribución de 10 adoquines. (Ver anexo, Fig. 5)

Del mismo modo, la CT de maíz lo conseguimos dentro de la ciudad de San José de Sisa, en un molino ubicada casi a las afueras de la ciudad, Molino Neira – San Isidro – San José de Sisa. De las cuales el dueño cuenta con un horno solo para quemar la tusa saliente del desgranado de maíz, para dar lugar al quemado, convirtiendo este material en ceniza, siguiente a ello, nos pudieron proporcionar este material para lograr desarrollar nuestra tesis. (Ver anexo, Fig. 6)

Una vez obtenido todos los materiales, tales como, la arena gruesa y arena triturada, cemento y a la ceniza de la tuza de maíz. Entonces procedemos a realizar los ensayos respectivos a los materiales, el contenido de humedad (%) según la norma ASTM D2216, tanto para la combinación de arena gruesa (50%) + arena triturada (50%) y CT de maíz. Posteriormente se calculó el peso unitario suelto y varillado según la norma ASTM C29, de los mismos materiales. Así mismo, se realizó el ensayo granulométrico para la mezcla de arena gruesa con arena triturada y el peso específico – absorción según la normativa ASTM C128-15 a los mismos materiales incluyendo a la ceniza. Después de realizar todos los ensayos previos y necesarios, el laboratorista coloca la información obtenida de cada uno a las hojas de cálculo que el laboratorio tiene y los cálculos prudentes para finalmente realizar la dosificación correspondiente, es decir, las cantidades que se usará para hacer el concreto sin adición y con la sustitución porcentual del cemento por la CT de maíz. Una vez obtenido todos los datos, realizamos en el laboratorio los adoquines, donde lo primero que hicimos fue pesar todos los materiales para realizar la mezcla del patrón, una vez obtenida la

consistencia adecuada procedemos a poner en los moldes, apoyadas en una superficie plana y colocamos la mezcla del concreto por capas, con la ayuda de una varilla rectangular iremos compactando para que esto pueda ir eliminando espacios vacíos, cuando ya lleguemos a la parte final lo que debemos hacer es nivelar la superficie para poder dejar un mejor acabado antes de desmoldarlo. Esperamos 5 minutos y desmoldamos el adoquín, lo mismo hacemos con las demás mezclas con dosificaciones diferentes. Cuando ya fabricamos todos los adoquines, al siguiente día lo sumergiremos en agua para que fragüe correctamente, esto para evitar que el concreto se queme por su calor de hidratación. Luego a esto se realizará la primera rotura de 7 días para saber su resistencia a compresión, en la máquina para el ensayo de fuerza de compresión, donde se coloca el adoquín y lo que la maquina es presionarlo hasta que este se rompa y no aguante más el peso aplicado, la maquina arroja el aguante del adoquín, mismo que nos servirá para despues sumarlo y promediarlo. Este mismo proceso se hará en todos los adoquines separados para los 7, 14 y 28 días, 3 por cada porcentaje de sustitución, lo que hará una suma de 15 adoquines por cada fecha de rotura. Finalmente, cuando haya cumplido los 28 días de curado o endurecimiento de los adoquines, se procede a dejar saturando en agua durante 24 horas , una vez cumplido el tiempo se retira del agua se le seca con una franela la superficie del adoquín y se le pesa, obtenemos el peso del adoquín saturado con superficie seca, para posterior a ellos colocar en un envase lleno de agua agua y sujetado con una cuerda se pesa el adoquín sumergido en agua, una vez obtenido ese peso se retira el adoquín y se le coloca en la estufa durante 16 a 24 horas, luego se reirá y se pesa, peso de adoquín seco. Luego se realiza los cálculos con los datos arrojados, eso para poder obtener el peso específico y absorción tanto para el patrón como para los adoquines con sustitución dosificada.

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

Esta tesis, para el proceso que se dio inicio a una indagación, la cual consistirá en apuntar todas las cifras conseguidas en la ficha de observación de laboratorio de acuerdo a cada ensayo que se vaya a realizar, con el fin

de tener un orden y exactitud de información, también estará bajo normativa correspondiente con la finalidad de tener validez y utilidad para nuestro reporte final, mismo que lo corroborara y validará será el laboratorista e ingeniero a cargo del laboratorio.

### **3.7. Aspectos éticos**

Para el trabajo se tiene en consideración los principios éticos para poder garantizar la honestidad, el respeto y la originalidad de nuestro trabajo, así como también de nuestra información, ya que estaremos sujetos a normativas vigentes, a la prevención del plagio, para así evitar el uso de información ajena y sin consentimiento, también nos regimos de las leyes éticas que tiene la Universidad César Vallejo.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados que se basan de acuerdo al **objetivo general** el cual nos dice como se evaluó la influencia que tuvo en la sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánicas para adoquines 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023, son los siguientes:

**Tabla 3.** Resultados promedio del f'c en adoquines de 20 x 10 x 8cm.

%	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	135,20	145,37	219,48
1	109,43	132,60	223,90
2	212,47	220,63	262,38
3	219,67	232,04	299,84
4	228,50	269,63	312, 29

Fuente: Creación propia de las tesis, 2023.

De la **tabla 03**, podemos visualizar que el concreto para sus 28 días se obtiene una resistencia mayor equivalente a 312, 29 kg/cm<sup>2</sup> al sustituir el 4% del cemento por CT de maíz.

**Tabla 4.** Resultados promedio del peso específico en adoquines de 20 x 10 x 8cm

%	28 DÍAS
	PROMEDIO (g/cm <sup>3</sup> )
0	1.10
1	1.05
2	1.04
3	1.06
4	1.07

Fuente: Creación propias de los tesis.

En nuestra **tabla 04**, logramos visualizar que el concreto para los 28 días obtiene un peso específico aparente mayor para el 0% (patrón), si sustitución

de ceniza 1.10 g/cm<sup>3</sup>, al 1% de sustitución 1.05 g/cm<sup>3</sup>, al 2% de sustitución 1.04 g/cm<sup>3</sup>, al 3% de sustitución 1.06 g/cm<sup>3</sup> y al 4 % un 1.07 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 5.** Resultados promedio (%) de la absorción en adoquines de 20 x 10 x 8cm

%	<b>28 DÍAS PROMEDIO</b>
<b>0</b>	2.15%
<b>1</b>	2.82%
<b>2</b>	1.50%
<b>3</b>	1.65%
<b>4</b>	1.35%

Fuente: Creación propias de los investigadores.

En la **tabla 05**, se logra visualizar que el concreto para los 28 días se obtiene una absorción al 0% de 2.15%, al 1% de 2.82%, al 2% de 1.5%, al 3% de 1.65% y al 4% de 1.35%.

Los resultados que se basan de acuerdo al **objetivo específico 01** en el cual se evaluó de qué manera influyó la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión para adoquines 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023, son los siguientes:

**Tabla 6.** Resultados f'c de un concreto patrón (0%) en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>7 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>14 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>28 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>P.01</b>	109,60	140,40	221,80
<b>P.02</b>	132,80	162,60	217,20
<b>P.03</b>	163,20	133,10	219,50
<b>PROMEDIO</b>	<b>135,20</b>	<b>145,37</b>	<b>219,48</b>

Fuente: Elaboración propias de los indagadores.

De nuestra **tabla 06**, se llega a observar que nuestro adoquín patrón a los 28 días adquirimos una resistencia de 219,48 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 7.** Resultados  $f'c$  de un concreto con sustitución al 1% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>7 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>14 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>28 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>A.01</b>	78,40	126,30	217,30
<b>A.02</b>	122,70	153,30	228,70
<b>A.03</b>	127,20	118,20	225,60
<b>PROMEDIO</b>	<b>109,43</b>	<b>132,60</b>	<b>223,90</b>

Fuente: Elaboración propias de las investigadoras.

De la **tabla 07**, llegamos a observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 1% a sus 28 días adquirimos una resistencia de 223,90 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 8.** Resultados  $f'c$  de un concreto con sustitución al 2% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>7 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>14 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>28 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>A.01</b>	211,40	220,70	253,70
<b>A.02</b>	212,70	221,40	269,60
<b>A.03</b>	213,30	219,70	263,80
<b>PROMEDIO</b>	<b>212,47</b>	<b>220,63</b>	<b>262,38</b>

Fuente: Elaboración propias de las investigadoras.

De la **tabla 08**, se llega a observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 2% a los 28 días se obtiene una resistencia de 262,38 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 9.** Resultados  $f'c$  de un concreto con sustitución al 3% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>7 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>14 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>28 DÍAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>A.01</b>	217,20	231,30	305,10
<b>A.02</b>	221,50	234,20	298,50
<b>A.03</b>	220,30	230,70	296,00
<b>PROMEDIO</b>	<b>219,67</b>	<b>232,04</b>	<b>299,84</b>

Fuente: Creación propias de las investigadoras.

De la **tabla 09**, se llega a observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 3% a sus 28 días se obtiene una resistencia de 299,84 kg/cm<sup>2</sup>.



**Tabla 10.** Resultados f'c de un concreto con sustitución al 4% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>7 DÍAS (kg/cm2)</b>	<b>14 DÍAS (kg/cm2)</b>	<b>28 DÍAS (kg/cm2)</b>
<b>A.01</b>	230,50	268,90	313,80
<b>A.02</b>	227,10	271,40	312,00
<b>A.03</b>	227,90	267,60	311, 10
<b>PROMEDIO</b>	<b>228,50</b>	<b>269,63</b>	<b>312, 29</b>

Fuente: Elaboración propias de los tesisas.

De la **tabla 10**, se llega a observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 4% a los 28 días se obtiene una resistencia de 312,29 kg/cm2.

Los resultados que están basados de acuerdo al **objetivo específico 02** en el cual se evaluó de qué manera influyó la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en el peso específico de los adoquines de concreto 210 kg/cm2, 2023, es la siguiente:

**Tabla 11.** Resultados del peso específico de adoquines patrón de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>P.01</b>	1.10
<b>P.02</b>	1.10
<b>P.03</b>	1.11
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.10</b>

Fuente: Elaboración propias de los tesisas

De la **tabla 11**, se llega a observar que el adoquín patrón 01 a los 28 días alcanzamos un peso específico promedio de 1.10 g/cm3.

**Tabla 12.** Resultados del peso específico con sustitución al 1% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>A.01</b>	1.05
<b>A.02</b>	1.05
<b>A.03</b>	1.05
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.05</b>

Fuente: Elaboración propias de los tesistas.

De la **tabla 12**, se llega a observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 1% a los 28 días alcanzamos un peso específico promedio de 1.05 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 13.** Resultados del peso específico con sustitución al 2% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>A.01</b>	1.04
<b>A.02</b>	1.04
<b>A.03</b>	1.04
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.04</b>

Fuente: Elaboración propias de los tesistas.

De la **tabla 13**, se logra observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 2% a los 28 días alcanzamos un peso específico promedio de 1.04 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 14.** Resultados del peso específico con sustitución al 3% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>A.01</b>	1.06
<b>A.02</b>	1.06
<b>A.03</b>	1.06
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.06</b>

Fuente: Elaboración propias de los tesistas.

De la **tabla 14**, se logra observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 3% a los 28 días conseguimos un peso específico promedio de 1.06 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 15.** Resultados del peso específico con sustitución al 4% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>A.01</b>	1.07
<b>A.02</b>	1.07
<b>A.03</b>	1.08
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.07</b>

Fuente: Elaboración propias de los tesistas

De la **tabla 15**, se logra observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 4% a los 28 días conseguimos un peso específico promedio de 1.07 g/cm<sup>3</sup>.

Los resultados que se basan de acuerdo al **objetivo específico 03** en el cual se evaluó de qué manera influyó la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la absorción de los adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023, son los siguientes:

**Tabla 16.** Resultados de absorción de adoquines patrón de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
<b>P.01</b>	2.15%
<b>P.02</b>	2.16%
<b>P.03</b>	2.15%
<b>PROMEDIO</b>	2.15%

Fuente: Elaboración propias de las indagadoras.

De la **tabla 16**, se logra observar que el adoquín patrón a los 28 días tiene una absorción promedio de 2.15%.

**Tabla 17.** Resultados de absorción con sustitución al 1% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
<b>A.01</b>	2.81%
<b>A.02</b>	2.82%
<b>A.03</b>	2.83%
<b>PROMEDIO</b>	2.82%

Fuente: Elaboración propias de las indagadoras.

De la **tabla 17**, se logra observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 1% a los 28 días tiene una absorción promedio de 2.82%.

**Tabla 18.** Resultados de absorción con sustitución al 2% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
<b>A.01</b>	1.52%
<b>A.02</b>	1.50%
<b>A.03</b>	1.49%
<b>PROMEDIO</b>	1.50%

Fuente: Elaboración propias de las indagadoras.

En la **tabla 18**, se logra observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 2% a los 28 días tiene una absorción promedio de 1.50%.

**Tabla 19.** Resultados de absorción con sustitución al 3% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
<b>A.01</b>	1.69%
<b>A.02</b>	1.65%
<b>A.03</b>	1.63%
<b>PROMEDIO</b>	1.65%

Fuente: Elaboración propias de las indagadoras.

De la **tabla 19**, se puede observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 3% a los 28 días tiene una absorción promedio de 1.66%.

**Tabla 20.** Resultados de absorción con sustitución al 4% en adoquines de 20 x 10 x 8cm

<b>MUESTRAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
<b>A.01</b>	1.31%
<b>A.02</b>	1.34%
<b>A.03</b>	1.41%
<b>PROMEDIO</b>	1.35%

Fuente: Fabricación propias de las indagadoras.

De la **tabla 20**, se puede observar que el adoquín con el remplazo del cemento al 4% a los 28 días tiene una absorción promedio de 1.35%.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados con el antecedente de Juarez (2022), podemos apreciar una variación, coherente a los resultados que nos arrojó la investigación dentro del margen de la **resistencia a la comprensión** para nuestro específico 01, cuya variación se llega a visualizar en la tabla 03, para el concreto patrón, la cual este autor obtuvo un  $f'c = 249,80 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días, y de mis resultados obtuvimos  $f'c = 219,50 \text{ kg/cm}^2$ , por ende, la variación entre ambas es leve con un 12.13% de diferencia. Con respecto a la primera sustitución, el autor a considerado un porcentaje del 5% obteniendo un  $f'c = 277,23 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días, y nosotras tras un análisis a nuestros antecedentes se obtuvo un 1%, para lo cual el resultado fue  $f'c = 223,90 \text{ kg/cm}^2$ , como vemos la variación en la aplicación porcentual es ligeramente cercana, la diferencia entre los resultados obtenidos es de 19.24% por lo que es una variación moderada, también podemos comprar el porcentaje del autor al 5% con su  $f'c = 277,23 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días con nuestro porcentaje obtenido de acuerdo a los antecedentes un 2% la cual el resultado fue  $f'c = 262,40 \text{ kg/cm}^2$ , como podemos visualizar la variación porcentual sigue siendo ligeramente cercana, aún así tenemos una variación leve del 5.35% entre ambas. Por otro lado, este autor uso un porcentaje al 10% con su  $f'c = 247,86 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días, y de nosotras con un porcentaje del 3% para lo cual el resultado fue  $f'c = 299,80 \text{ kg/cm}^2$ , si bien es cierto los porcentajes son lejanos, la diferencia entre ambos resultados es de 20.96% por lo que se consideraría que de preferencia el 3% es un porcentaje mucho más óptimo bajo el procedimiento de esta investigación. Además, el autor trabajó al 15% para lo cual obtuvo un  $f'c = 239,48 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días, en esta indagación se usó un 4% con un  $f'c = 312,30 \text{ kg/cm}^2$ , se puede deducir que un porcentaje menor tiene mejor efecto en la sustitución del cemento ya que la variación es de 30.41%, lo cual es considerado una variación fuerte, por lo que también el uso de este insumo es recomendable ya que podría minorizar costos y hacer mucho más resistentes a nuestros concretos.

De acuerdo a los resultados con el antecedente de Bocanegra (2018), podemos apreciar una variación, con referencia a los datos adquiridos dentro

de la **resistencia a la comprensión** para nuestro específico 01, cuya variación se llega a visualizar en la tabla 03, para el concreto patrón, la cual este autor obtuvo un  $f'c = 266,18 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días, y de mis resultados obtuvimos  $f'c = 219,50 \text{ kg/cm}^2$ , por ende, la variación entre ambas es moderado con un 17.53% de diferencia. Con respecto a la primera sustitución, el autor ha considerado un porcentaje del 5% obteniendo un  $f'c = 311,93 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días, y nosotras tras un análisis a nuestros antecedentes se obtuvo un 1%, para lo cual el resultado fue  $f'c = 223,90 \text{ kg/cm}^2$ , como vemos la variación en la aplicación porcentual es ligeramente cercana, la diferencia entre los resultados obtenidos es de 28.22% por lo que es una variación moderada, también podemos comprar el porcentaje del autor al 5% con su  $f'c = 311,93 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días con nuestro porcentaje obtenido de acuerdo a los antecedentes un 2% la cual el resultado fue  $f'c = 262,40 \text{ kg/cm}^2$ , como podemos visualizar la variación porcentual sigue siendo ligeramente cercana, aún así tenemos una variación moderada del 15.88% entre ambas. Por otro lado, seguimos comparando el 5% con su  $f'c = 311,93 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días, y de nosotras con un porcentaje del 3% para lo cual el resultado fue  $f'c = 299,80 \text{ kg/cm}^2$ , si bien es cierto los porcentajes son ligeramente cercanos, la diferencia entre ambos resultados es de 3.89% por lo que tenemos una variación leve. Además, el autor trabajó al 10% para lo cual obtuvo un  $f'c = 228,88 \text{ kg/cm}^2$  a sus 28 días, en esta indagación se usó un 4% con un  $f'c = 312,30 \text{ kg/cm}^2$ , si bien es cierto los porcentajes son lejanos, se puede deducir que un porcentaje menor tiene mejor efecto en la sustitución del cemento ya que la variación es de 36.45%, lo cual es considerado una variación fuerte, % por lo que se consideraría que de preferencia el 4% es un porcentaje mucho más óptimo bajo el procedimiento de esta investigación, por lo que también se puede considerar que el uso de este insumo es recomendable ya que podría minorizar costos y hacer mucho más resistentes a nuestros concretos.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 6.1.** A base de los resultados que se obtuvo a los 28 días dentro de las propiedades físico-mecánicas que genera el suplente parcial del cemento por la ceniza de tusa de maíz nos permite demostrar que el porcentaje óptimo es el de 4%, tanto para tener un progreso en su resistencia a compresión, así mismo del peso específico y la absorción.
- 6.2.** La sustitución parcial de cemento por la ceniza de tusa de maíz, para poder perfeccionar o aumentar su resistencia a la compresión se obtiene según los ensayos realizados y a los 28 días, la dosificación considerada es del 4%, ya que se obtienen un  $f'c = 312,29 \text{ kg/cm}^2$ , siendo este valor el más alto entre las otras dosificaciones, superando incluso a la resistencia del adoquín patrón.
- 6.3.** La sustitución parcial que tiene el cemento por la ceniza de tusa de maíz, para mejorar el peso específico del adoquín de concreto a sus 28 días de fraguado, será el que mejor resultados se obtiene con un 4% de relevo del cemento por lo que es la ceniza de tusa de maíz, obteniendo un resultado de  $1.07 \text{ g/cm}^3$ .
- 6.4.** Finalmente, los datos obtenidos de la prueba de absorción del adoquín de concreto a los 28 días de fraguado, el mejor porcentaje de suplemento del cemento por ceniza de tusa de maíz es el de 4%, obteniendo una absorción de 1.35%, siendo este el mejor promedio de porcentaje entre las otras dosificaciones.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1.** Se recomienda hacer estudios mayores al 4% pero menores al 15% ya que existen estudios que revelan que este porcentaje es el punto máximo de inflexión.
- 7.2.** Con respecto al f 'c se recomienda tomar en cuenta analizar porcentajes mayores al 4% debido que aún no se encuentra el punto de inflexión.
- 7.3.** Con respecto al peso específico se recomienda tomar en cuenta analizar porcentajes mayores al 4% debido que aún no se encuentra el punto de inflexión.
- 7.4.** Con respecto a la absorción se recomienda tomar en cuenta analizar porcentajes mayores al 4% debido que aún no se encuentra el punto de inflexión.

## REFERENCIAS

Allauca, L., Amen, H., & Lung, J. (2009). *Uso del Sílice en Hormigón de Alto Desempeño*. Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7684/1/Uso%20de%20s%C3%ADlice%20en%20hormigones%20de%20alto%20desempe%C3%B1o.pdf>

Alvares Quispe, C., & Orado Paredes, A. (2023). Influencia de la Sustitución Porcentual del Cemento por Ceniza de Cáscara de Arroz en Propiedades Físico–Mecánicas del Concreto -2023. *Ciencia Latina Internacional*. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7409/11187>

Alvarez Risco, A. (2020). Clasificación de las Investigaciones. *Universidad de Lima - Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas Carrera de Negocios Internacionales*. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%202021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Arias Gonzáles , J. L., Holgado Tisoc, J., Tafur Pittman, T., & Vasquez Pauca, M. J. (2022). *Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis*. Puno. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12390/3109>

Arquitecturacivil. (s.f.). *Arquitecturacivil*. Obtenido de <https://arquitecturacivil.blog/arquitectura/peso-volumetrico-de-materiales/>

Arteaga Gonzales, J. P., & Rios Trigozo, G. K. (2022). *Adoquines de concreto del tipo II con adición de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar su resistencia a la compresión*, Tarapoto 2022. Tarapoto. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108790>

Babativa Novoa, C. A. (2017). *Investigación cuantitativa* (Primera ed.). Bogotá. Obtenido de <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/3544/Investigaci%C3%B3n%20cuantitativa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barrera, C. (2010). Artesanías de tusa. Obtenido de <https://cadprebasicahn.files.wordpress.com/2010/07/artesantias-de-tusa.pdf>, 1 pp.

Bastidas Gutiérrez, P. (2019). *Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18702>

Bocanegra López, C. H. (2018). *Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero*. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5480>

CEMEX. (05 de 04 de 2019). ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? *Artículos de Construcción*. Obtenido de [https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20l a%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20\( psi\)](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20l a%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20( psi)).

Cemex. (2019). *Cemex*. Obtenido de [https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20l a%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20\( psi\)](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20l a%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20( psi)).

Chipatecua, L. (2023). *Argos 360 en concreto*. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/cual-es-la-composicion-quimica-del-cemento-y-como-afecta-sus-propiedades/>

Correa Briceño, L., & Polo Sabogal, H. (2019). *INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIVIANO, TRUJILLO 2019*. Universidad Privada del Norte, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/23400>

Cruz Garcia, H. (2019). *INFLUENCIA DE CENIZAS DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, TRUJILLO* 2019. Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21165/Cruz%20Garcia%20Hilder.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

De La Cruz Vega, S. A., Ibañez Ccoapaza, C. E., & Coaquira Cueva, D. Y. (16 de 03 de 2022). Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. Azángaro, Puno, Perú. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/48563/50982>

El Peruano. (2014). Normas Legales. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-para-la-gestion-y-manejo-de-los-residuos-decreto-supremo-n-003-2013-vivienda-899557-2/>

Enciclopedia Humanidades. (2023). *Enciclopedia Humanidades*. Obtenido de <https://humanidades.com/observacion-cientifica/#:~:text=Observaci%C3%B3n%20de%20laboratorio.,y%20en%20un%20ambiente%20controlado.>

Espinoza Huiman, H. J., & Riofrio Castillo, D. C. (2021). *Diseño de adoquines de concreto tipo II (e=6cm) elaborado a base de escombros de concreto y estopa de coco triturados*. PIURA. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83359>

Fernandez Salazar, J. (2021). *Aplicación de concreto reciclado en el diseño y elaboración de pavimentos articulados para el uso de tránsito peatonal*. Lima. Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/9317>

Forero Sandoval, J. (2013). Tusa de maíz: una fuente de energía renovable. *Revista Universitas Científica*. Obtenido de <https://www.upb.edu.co/es/documentos/doc-tusamaiz-inv-1464115042847.pdf>

G. Frade, R. (2013). *Propiedades físico-mecánicas de los materiales*. Obtenido de <https://fradeblogs.wordpress.com/2013/11/21/propiedades-fisico-mecanicas-de-los-materiales/>

Germán Arbeláez. (2020). *ARGOS*. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/importancia-de-las-cenizas-volantes-en-la-produccion-de-concreto/>

Gómez Chimento, J., Padilla Ruiz, L., Contreras Bravo, A., & Hernández Pérez, L. (2018). Resistencia a la Compresión del concreto. 6. doi:10.13140/RG.2.2.16390.63044

Hernández Cepeda , Y. B. (2018). *PAVIMENTOS DE ADOQUINES DE CONCRETO UNA SOLUCION AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL COLOMBIANA*. Bogota. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17882/Hern%C3%A1ndezC%C3%A9pedaYomaraBeatriz2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Hernandez Sampiere, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mexico. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Hernández, Fernández, & Baptista. (2014). Investigación cuantitativa, cualitativa y mixta. Obtenido de <https://recursos.uco.mx/tesis/investigacion.php>

IECA. (Febrero de 2014). Pavimentos con adoquines de hormigón. Obtenido de Pavimentos con adoquines de hormigón

Ingeniera y mas. (23 de Septiembre de 2016). *Ingenieraymas.com*. Obtenido de <https://ingenieraymas.com/2016/09/ensayo-del-cono-de-abrams-consistencia-del-hormigon.html>

Ingeniería Civil Información. (2011). *Índice de serviciabilidad*. Obtenido de <https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/09/indice-de-serviciabilidad-pavimentos-de.html>

Jaimes Leal, L. Á., & Torres Cervera, K. P. (2019). APROVECHAMIENTO DEL GRANO DE CAUCHO RECICLADO PARA LA ELABORACION DE ADOQUINES ECOLOGICOS COMO ALTERNATIVA A LA INDUSTRIA CONSTRUCTIVA. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6078/607866916003/html/>

Juarez Torvisco, Y. (2022). *Análisis de la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo de Zea mays L. en la resistencia mecánica de concreto  $f'c=24.5$  MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020*. Abancay. Obtenido de <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/343/1/An%C3%A1lisis%20de%20la%20influencia%20de%20la%20sustituci%C3%B3n%20parcial%20del%20cemento%20por%20ceniza%20de%20rastrojo%20de%20Zea%20mays.pdf>

Konkretes. (2023). *KONKRETES*. Obtenido de <https://konkretes.com/concreto/peso-especifico-concreto/>

López Domínguez, M. G., Pérez Salazar, A., Garnica Anguas, P., & Granel Covarrubias, E. (26 de Septiembre de 2016). REAPROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN Y CONSTRUCCIÓN EN LA INFRAESTRUCTURA DE CAMINOS. *Entre Textos*. Obtenido de <https://revistasacademicas.iberoleon.mx/index.php/entretextos/article/view/344/263>

Matallana Rodríguez, R. (28 de Agosto de 2019). *Compartir por una sociedad equitativa*. Obtenido de <https://fundacioncompartir.org/noticias/concreto-fundamentos-nuevas-tecnologias>

MSC. ING. DOUGLES MÉNDES, T. (2009). *MAESTRIA EN VIAS TERRESTRES*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/volumenes-ingenieria-de-transito.pdf>

MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)

Pacheco Bustos, C. A., Fuentes Pumarejo, L. G., Sánchez Cotte, É. H., & Rondón Quintana, H. A. (18 de Marzo de 2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. 35. Colombia: Universidad del Norte. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/852/85252030015/html/>

Pérez Machado, L., Meireles Tamayo, B., Fuentes Alpizar, D. d., Peña Mijenes, C., & Alonso Aenlle, A. (29 de Junio de 2022). Empleo de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos. *Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería Matanzas - EMPAI*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1939/193971847007/html/>

Pérez, L., Meireles, B., Fuentes, D., Peña, C., & Alonso, A. (29 de Junio de 2022). Empleo de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos. *Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería Matanzas - EMPAI*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1939/193971847007/html/>

Pineda, E. B., Luz de Alvarado, E., & H. de Canales, F. (2016). *Metodología de la investigación* (Segunda Edición ed.). Obtenido de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3132>

Plazas Riaño, S. M., & Gamba Valenzuela, G. A. (2015). *DE, CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE ADOQUINES*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3201/CARACTERIZACI%D3N%20DE%20LAS%20P?sequence=1>

Prefabricados de la Jara. (2023). *Prefabricados Jara*. Obtenido de <https://www.prefabricadosjara.com/metodos-de-ensayo-adoquines-hormigon-mas-habituales/>

QuestionPro. (2014). Muestreo No Probabilístico. *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-no-probabilistico/#:~:text=El%20muestreo%20no%20probabil%C3%ADstico%20es,hacer%20la%20selecci%C3%B3n%20al%20azar.>

Science. (2022). *Science*. Obtenido de <http://es.scienceaq.com/Math/100308622.html>

Suca Mamani, M. (2022). *Diseño de concreto utilizando cenizas de tallo de mazorca de maíz en la ciudad de Juliaca*. Tesis, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/108457>

Ticeran Perez, J. P. (2019). *ELABORACIÓN DE PREFABRICADOS PARA USO PEATONAL CON RESIDUOS DE CONCRETO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, 2019*. LAMBAYEQUE. Obtenido de <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/4509>

Torres Gómez, A. (2018). *Vlorización de cceniza volantes de plantas de produccion de energía y residuos de construcción y demolición en morteros industriales*. tesis doctoral, Córdoba. Obtenido de <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/16381/2018000001758.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

U.JAEN. (s.f.). ESTUDIOS CUASIEXPERIMENTALES. *UJaen.es*. Obtenido de [http://www.ujaen.es/investiga/tics\\_tfg/estu\\_cuasi.html](http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/estu_cuasi.html)

UTEST. (2020). *UTEST*. Obtenido de Maquinas para ensayos en materiales: <https://www.utest.com.tr/es/25827/M-quina-de-Abrasi-n-Los-ngeles#:~:text=La%20M%C3%A1quina%20de%20Abrasi%C3%B3n%20Los,longitud%20interna%20de%20508%20mm>.

Valles Ríos, P., & Vela Vázquez, F. (2021). *Diseño de un adoquín de concreto con ceniza de coronta de maíz amarillo para mejorar su resistencia a la compresión*. Tarapoto. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82568>

Vasquez Menor, M. Y., & Vilchez Ushiñahua, A. (2020). *Diseño de adoquines con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto 2020*. TESIS, Universidad Cesar Vallejo, San Martin, Tarapoto. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66557>

Viera Rodriguez, J., & Angulo Zabala, O. (2020). *Evaluación del efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de concretos simples*. Universidad



de Córdoba, Montería. Obtenido de  
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2593>

Villa, P., Pereyra, M., & Gutierrez, A. (2017). Resistencia a la compresion de adoquines de hormigón. Resultados tendientes a validar el ensayo en medio adoquin. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-68352017000300247#:~:text=El%20resultado%20en%20adoqu%C3%ADn%20entero,de%20calidad%20de%20estos%20elementos.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352017000300247#:~:text=El%20resultado%20en%20adoqu%C3%ADn%20entero,de%20calidad%20de%20estos%20elementos.)

Villasís Kever, M., Márquez González, H., Zurita Cruz, J., Miranda Novales, M., & Escamilla Núñez, A. (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Revista Alegria México*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v65n4/2448-9190-ram-65-04-414.pdf>

## **ANEXOS**

## **ANEXOS 01: Matriz de consistencia**

**Proyecto de investigación:** Influencia de la sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas para adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023.

PROBLEMAS		OBJETIVOS	HPÓTESIS	VARIABLES		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿De qué manera influye la sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánicas para adoquines de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023?	Evaluar de qué forma influye la sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánicas para adoquines 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023.	La sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánicas para adoquín de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023.	Ceniza de tusa de maíz (sustitución de forma parcial al cemento)	- Diseño con porcentajes (%) - Diseño por ACI	Kg	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Este trabajo de investigación es de laboratorio.</p> <p><b>Nivel o alcance o forma:</b> Esta investigación es predictivo o experimental.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Esta indagación empleó un diseño cuasi experimental.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Método:</b> Inductivo, deductivo, experimental.</p> <p><b>Población:</b> 60 adoquines de concreto de calidad f 'c = 210kg/cm<sup>2</sup> que tiene como dimensiones 0.20 x 0.10 x 0.08m.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿De qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión para adoquines de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023?	Evaluar de qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión para adoquines 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023.	La sustitución parcial del cemento por la ceniza de tusa de maíz mejorará la resistencia a compresión del adoquín de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023.	Propiedades mecánicas	- Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	
¿De qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en el peso específico de los adoquines de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023?	Evaluar de qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en el peso específico de los adoquines de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023.	La sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz influenciará positivamente el peso específico de los adoquines de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023.	Propiedades físicas	- Peso específico	Kg/m <sup>3</sup>	
¿De qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la absorción de los adoquines de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023?	Evaluar de qué manera influye la sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz en la absorción de los adoquines de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023.	La sustitución parcial del cemento por ceniza de tusa de maíz influenciará de manera positiva en la absorción de los adoquines de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023.		- Absorción	%	

**ANEXOS 02: Ficha de observación de laboratorio**

### Ficha de observación de laboratorio

**Objetivo general:** Evaluar de qué forma influye la sustitución parcial del cemento portland por la ceniza de tusa de maíz en la mejora de sus propiedades físico-mecánicas para adoquines 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023.

*Resultado del ensayo de resistencia a compresión:*

%	7d (kg/cm <sup>2</sup> )	14d (kg/cm <sup>2</sup> )	28d (kg/cm <sup>2</sup> )
0	109,60	140,40	221,80
	132,80	162,60	217,20
	163,20	133,10	219,50
1	78,40	126,30	217,30
	122,70	153,30	228,70
	127,20	118,20	225,60
2	211,40	220,70	253,70
	212,70	221,40	269,60
	213,30	219,70	263,80
3	217,20	231,30	305,10
	221,50	234,20	298,50
	220,30	230,70	296,00
4	230,50	268,90	313,80
	227,10	271,40	312,00
	227,90	267,60	311,10

Fuente: creación propia de los investigadores, 2023.

*Resultados de la prueba de peso específico del adoquín:*

%	28d (g/cm <sup>3</sup> )
0	1.10
	1.10
	1.11
1	1.05
	1.05
	1.05
2	1.04
	1.04
	1.04
3	1.06
	1.06
	1.06
4	1.07
	1.07
	1.08

Fuente: creación propia de los investigadores, 2023.

*Resultados de la prueba de absorción del adoquín:*

<b>%</b>	<b>28d</b>
0	2.15 %
	2.16%
	2.15%
1	2.81 %
	2.82 %
	2.83 %
2	1.52 %
	1.50 %
	1.49 %
3	1.67 %
	1.65 %
	1.63 %
4	1.31 %
	1.34 %
	1.41 %

Fuente: creación propia de los investigadores, 2023.

**ANEXOS 03: Informe De Laboratorio**





**Tesis** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023  
**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín  
**Muestra** : Tusa de Maíz  
**Material** : Ceniza de Tusa de Maíz  
**Para Uso** : Diseño de Mezcla  
**Fecha** : Octubre del 2,023

HUMEDAD NATURAL - ASTM D - 2216				
TARRO	1	2	3	UNIDAD
MASA DE LA TARA	84.43	86.83	91.66	g.
MASA DEL SUELO HUMEDO + TARA	273.54	263.85	277.41	g.
MASA DEL SUELO SECO + TARA	270.61	263.66	275.68	g.
MASA DEL AGUA	2.93	0.19	1.53	g.
MASA DEL SUELO SECO	186.18	176.83	184.22	g.
% DE HUMEDAD	1.57	0.11	0.83	%
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.84</b>			<b>%</b>

**Observaciones:**

---

---

---

---

  
Luis Felipe López Chuquiguta  
Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
Concreto y Pavimentos  
DNI N° 45886225

  
Gladys María Rosendo  
INGENIERO CIVIL  
CVP N° 118505

**SAKIARO E.I.R.L.**

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arc\_ing\_geo@outlook.es



**Tesis** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adoquines de concreto  $\geq 10 \text{ kg/cm}^2$ , 2023  
**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín  
**Muestra** : Tusa de Maíz  
**Material** : Ceniza de Tusa de Maíz  
**Para Uso** : Diseño de Mezcla  
**Fecha** : Octubre del 2,023

### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LA CENIZA VOLANTE DE MAZORCA DE MAIZ - ASTM - C128-15

TARRD	1	2	3	UNIDAD
A.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	48.90	41.80	45.63	g.
B.- Masa Frasco + Agua	352.20	348.80	348.50	g.
C.- Masa Frasco + Agua + A	401.10	390.60	394.13	g.
D.- Masa del Material + Agua en el Frasco	373.10	366.80	368.00	g.
E.- Volumen de Masa + Volumen de Vacío ( C - D )	28.00	23.80	26.13	g.
F.- Masa de Material Seco en Estufa (105° C)	25.30	22.30	24.00	g.
G.- Volumen de Masa ( E - ( A - F ) )	4.40	4.30	4.50	cc
Pe Bulk (Base Seca) ( F / E )	0.90	0.94	0.92	g./cc
Pe Bulk (Base Saturada) ( A / E )	1.75	1.76	1.75	g./cc
Pe Aparente (Base Seca) ( F / G )	5.75	5.19	5.33	g./cc
% de Absorción ( ( A - F ) / F ) * 100 )	93.28	87.44	90.13	%
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULKX (BASE SECA)	0.92			g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULKX (BASE SATURADA)	1.75			g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICA APARENTE	5.42			g./cc
PROMEDIO % DE ABSORCION	90.28			%

Observaciones:

---



---



---

  
 Luis Felipe Lopez Chuquisuta  
 Tec. Espec. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

  
 Ing. Patricia Rencifo  
 INGENIERO CIVIL  
 CVP N° 118505

SAKIARÓ E.I.R.L.

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



042661604 / 042626737



sakiaro\_ari\_ing\_gpo@outlook.es



**Tesis** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023  
**Localización** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín  
**Muestra** : Tusa de Maíz  
**Material** : Ceniza de Tusa de Maíz  
**Para Uso** : Diseño de Mezcla  
**Fecha** : Octubre del 2,023

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29				
ENSAYO.	1	2	3	
MASA DE MOLDE + MATERIAL	9,134	9,063	9,099	kg.
MASA DE MOLDE	4,571	4,571	4,571	kg.
MASA DE MATERIAL	4,563	4,492	4,528	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.00950	0.00950	0.00950	m <sup>3</sup>
MASA UNITARIA	480	473	477	kg./m <sup>3</sup>
<b>PROMEDIO</b>	<b>477</b>			<b>kg./m<sup>3</sup></b>

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29				
ENSAYO.	1	2	3	
MASA DE MOLDE + MATERIAL	10,058	10,005	10,058	kg.
MASA DE MOLDE	4,571	4,571	4,571	kg.
MASA DE MATERIAL	5,487	5,434	5,487	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.00950	0.00950	0.00950	kg.
MASA UNITARIA	578	572	578	kg./m <sup>3</sup>
<b>PROMEDIO</b>	<b>576</b>			<b>kg./m<sup>3</sup></b>

**Observaciones:**

  
 Luis Felipe Lopez Chuquisuta  
 Tec. Especialista en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

  
 Juan Francisco Rangel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505

**SAKIARO E.I.R.L.**

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661804 / 942623737



sakiaro\_arg\_ing\_geo@outlook.es



Título: Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adosquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 3023  
 Ubicación: Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín  
 Muestra: Tusa de Maíz  
 Material: Ceniza de Tusa de Maíz  
 Para Usar: Diseño de Mezcla

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM C136/C136M-10**

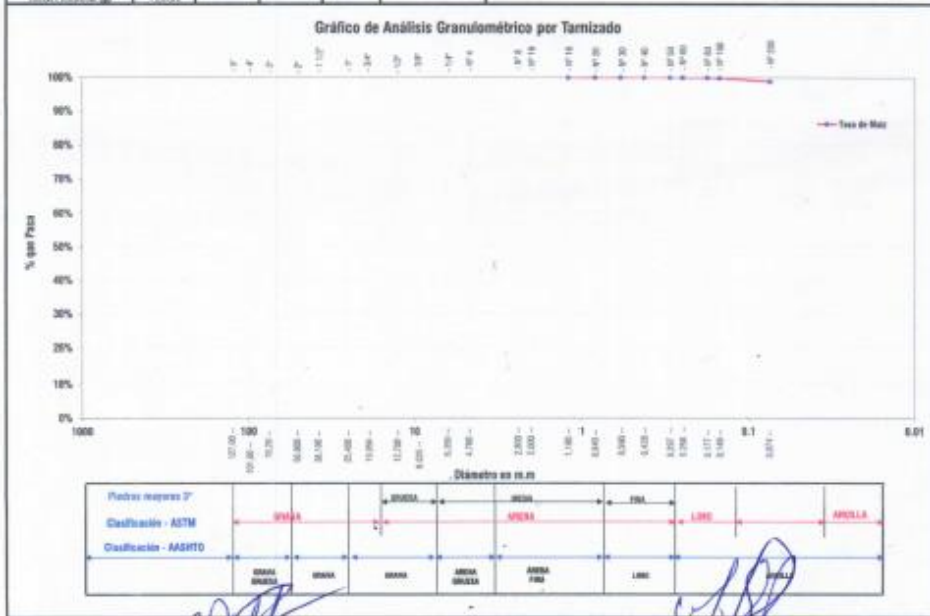
Tamices	Wasa (mm)	Masa Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones Muestra	Máximo
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750						
Nº 3	2.389						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
Nº 20	0.840	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
Nº 30	0.600	0.01	0.01%	0.01%	99.99%		
Nº 40	0.425	0.01	0.01%	0.01%	99.99%		
Nº 60	0.250	0.01	0.01%	0.02%	99.98%		
Nº 80	0.175	0.03	0.03%	0.04%	99.96%		
Nº 100	0.149	0.15	0.09%	0.14%	99.86%		
Nº 200	0.074	1.95	1.24%	1.38%	98.62%		
Fondo	0.074	156.38	98.82%	100.00%	0.00%		
MASA TOTAL (g)		156.38					

Tamaño Máximo: Nº 10  
 Módulo de Flexión AF: 0.00  
 Sales Solubles: \_\_\_\_\_  
 Equivalente de Arena: \_\_\_\_\_  
 Descripción Muestra: Ceniza de Tusa de Maíz

SUCS =	AASHTO =
LL =	WT =
LP =	WT+5AL =
SP =	WSAL =
SO =	WT+5OL =
	WSOL =
D 90 =	SARC = 95.82
D 60 =	SARR =
D 30 =	CC =
D 10 =	CU =

Observaciones: \_\_\_\_\_

Ceniza de Tusa de Maíz



*Luis Felipe Lopez Chuquisuta*  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 OMI N° 45888225

*José Antonio Rangel*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 118505



**Tesis** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023

**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín

**Muestra** : Adoquin Tipo II - Patrón f<sub>c</sub>= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**Fecha** : Noviembre del 2.023

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL ADOQUIN

TARRO	1	2	3	UNIDAD
A.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	3371.00	3362.00	3369.00	g.
B.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Agua)	309.50	310.02	315.00	g.
C.- Volumen de Masa + Volumen de Vacío ( A - B )	3061.50	3051.98	3054.00	cc
D.- Masa de Material Seco en Estufa (105° C)	3300.00	3291.00	3298.00	g.
E.- Volumen de Masa ( C - ( A - D ) )	2990.50	2980.98	2983.00	cc
Pe Bulk (Base Seca) ( D / C )	1.08	1.08	1.08	g./cc
Pe Bulk (Base Saturada) ( A / C )	1.10	1.10	1.10	g./cc
Pe Aparente (Base Seca) ( D / E )	1.10	1.10	1.11	g./cc
% de Absorción ( ( A - D ) / D ) * 100 )	2.15	2.15	2.15	%
<b>PROMEDIO MASA ESPECÍFICA BULK (BASE SECA)</b>		<b>1.08</b>		g./cc
<b>PROMEDIO MASA ESPECÍFICA BULK (BASE SATURADA)</b>		<b>1.10</b>		g./cc
<b>PROMEDIO MASA ESPECÍFICO APARENTE</b>		<b>1.10</b>		g./cc
<b>PROMEDIO % DE ABSORCIÓN</b>		<b>2.15</b>		%

Observaciones:

---



---



---



---

  
 Luis Alvarado Chiquizota  
 Tec. Especialista en Mecánica de Suelos  
 Coquezo y Pavimentos  
 DNI N° 45686225

  
 Ingeniero Civil  
 CP N° 118505

SAKIARO E.I.R.L.

RUC. N° 20992776259



Jr. Tampelo # 413 Morales- San Martín



942561604 / 942628737



sakiaro\_ing\_geo@outlook.es



**Tesis** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023  
**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín  
**Muestra** : Adoquin Tipo II - Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz  
**Fecha** : Noviembre del 2023

### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL ADOQUIN

TARRO	1	2	3	UNIDAD
A.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	3362.00	3358.00	3348.00	g.
B.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Agua)	150.50	149.52	156.52	g.
C.- Volumen de Masa + Volumen de Vacío ( A - B )	3211.50	3208.48	3191.48	cc
D.- Masa de Material Seco en Estufa (105° C)	3270.00	3266.00	3256.00	g.
E.- Volumen de Masa ( C - ( A - D ) )	3119.50	3116.48	3099.48	cc
Pe Bulk (Base Seca) ( D / C )	1.02	1.02	1.02	g./cc
Pe Bulk (Base Saturada) ( A / C )	1.05	1.05	1.05	g./cc
Pe Aparente (Base Seca) ( D / E )	1.05	1.05	1.05	g./cc
% de Absorción ( ( A - D ) / D ) * 100 )	2.81	2.82	2.83	%
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULK (BASE SECA)	1.02			g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULK (BASE SATURADA)	1.05			g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICO APARENTE	1.05			g./cc
PROMEDIO % DE ABSORCION	2.82			%

Observaciones:

---



---



---



---

  
 Luis Felipe Lopez Chuquiaguila  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

  
 Luis Felipe Lopez Chuquiaguila  
 INGENIERO CIVIL  
 DNI N° 113255

SAKIARO E.I.R.L.

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_irc\_ing\_geo@outlook.es



**Tesis** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023  
**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín  
**Muestra** : Adoquin Tipo II - f<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz  
**Fecha** : Noviembre del 2,023

### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL ADOQUIN

TARRO	1	2	3	UNIDAD
A.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	3534.00	3595.00	3600.00	g.
B.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Agua)	135.40	133.23	132.85	g.
C.- Volumen de Masa + Volumen de Vacío ( A - B )	3398.60	3461.77	3467.15	cc
D.- Masa de Material Seco en Estufa (105° C)	3481.00	3542.00	3547.00	g.
E.- Volumen de Masa ( C - ( A - D ) )	3345.60	3408.77	3414.15	cc
Pe Bulk (Base Seca) ( D / C )	1.02	1.02	1.02	g./cc
Pe Bulk (Base Saturada) ( A / C )	1.04	1.04	1.04	g./cc
Pe Aparente (Base Seca) ( D / E )	1.04	1.04	1.04	g./cc
% de Absorción ( ( A - D ) / D ) * 100 )	1.52	1.50	1.49	%
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULK (BASE SECA)	1.02			g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULK (BASE SATURADA)	1.04			g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICO APARENTE	1.04			g./cc
PROMEDIO % DE ABSORCION	1.50			%

Observaciones:

---



---



---



---

  
 Luis Felipe Lopez Chuquisquis  
 Tec. Exp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 118385

SAKIARÓ E.I.R.L.

RUC: N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_art\_ing\_gso@outlook.es

Tesis : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023  
 Ubicación : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín  
 Muestra : Adoquín Tipo II - Pc= 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maíz  
 Fecha : Noviembre del 2.023

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL ADOQUIN**

TARRO	1	2	3	UNIDAD
A.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	3532.00	3569.00	3612.00	g.
B.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Agua)	203.70	209.63	215.69	g.
C.- Volumen de Masa + Volumen de Vacío ( A - B )	3328.30	3359.37	3396.31	cc
D.- Masa de Material Seco en Estufa (105° C)	3474.00	3511.00	3554.00	g.
E.- Volumen de Masa ( C - ( A - D ) )	3270.30	3301.37	3338.31	cc
Pe Bulk (Base Seca) ( D / C )	1.04	1.05	1.05	g./cc
Pe Bulk (Base Saturada) ( A / C )	1.06	1.06	1.06	g./cc
Pe Aparente (Base Seca) ( D / E )	1.06	1.06	1.06	g./cc
% de Absorción ( ( A - D ) / D ) * 100	1.87	1.65	1.63	%
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULK (BASE SECA)		1.05		g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULK (BASE SATURADA)		1.06		g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICO APARENTE		1.06		g./cc
PROMEDIO % DE ABSORCION		1.65		%

Observaciones:

---



---



---



---

  
 Luis Felipe Lopez Chuquiñica  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

  
 Cesar Augusto  
 INGENIERO CIVIL  
 DNI N° 118238

SAKIARO E.I.R.L.

RUC. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_eng\_ing\_geo@outlook.es



**Tesis** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adoquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023

**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín

**Muestra** : Adoquin Tipo II - f<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz

**Fecha** : Noviembre del 2.023

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL ADOQUIN

TARRO	1	2	3	UNIDAD
A.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	3568.00	3485.00	3312.00	g.
B.- Masa Material Saturado Superficialmente Seco (En Agua)	233.70	225.32	241.10	g.
C.- Volumen de Masa + Volumen de Vacío ( A - B )	3334.30	3259.68	3070.90	cc
D.- Masa de Material Seco en Estufa (105° C)	3522.00	3439.00	3266.00	g.
E.- Volumen de Masa ( C - ( A - D ) )	3288.30	3213.68	3024.90	cc
Pe Bulk (Base Seca) ( D / C )	1.06	1.06	1.06	g./cc
Pe Bulk (Base Saturada) ( A / C )	1.07	1.07	1.08	g./cc
Pe Aparente (Base Seca) ( D / E )	1.07	1.07	1.08	g./cc
% de Absorción ( ( A - D ) / D ) * 100 )	1.31	1.34	1.41	%
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULK (BASE SECA)		1.06		g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICA BULK (BASE SATURADA)		1.07		g./cc
PROMEDIO MASA ESPECIFICO APARENTE		1.07		g./cc
PROMEDIO % DE ABSORCION		1.35		%

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Luis Felipe Arce Chuquisaca*  
 Tec. Especialista en Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimentos  
 DNI N° 45886225

*[Firma]*  
 INGENIERO CIVIL  
 D. N.° 113525

**SAKIARO E.I.R.L.**

RUC. N° 20602778258



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arg\_inq\_geo@outlook.es



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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES DE ADQUIMES

MOHMA

IDENTIFICACION N° 231-118

**Proyecto** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de volcán en propiedades mecánicas en adquimes de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023  
**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín  
**Subida** : Ed. Ing. Gorkar Santander, Varios Algodora. (vsid.ing/0000-0001-6402-6020)  
 Ed. Ing. Dina Ramirez, Alery Nofel (vsid.ing/0000-0001-6720-4040)  
**Operador** : Tec. Concl. Luis Felipe Lopez Chiquiza  
**Revisado** : Ing. Cív. Jairo Saavedra Arellano - CP: 118595  
**Mostrador** : Adquán Tipo II  
**Presentación** : Especímenes rectangulares 20 cm. x 10 cm. x 8 cm.  
**Fecha** : Noviembre del 2023

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

N°	Estandar	Fecha		Edad (días)	Dimensiones del Adquán			Espesor (cm)	Área Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Masa Adquán (kg)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Carga (kg)	F <sub>u</sub> de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de Rotura (%)
		Muebo	Resaca		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)									
1	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	25-Oct-23	7	20.00	10.00	8.00	0.80	160.00	1440.00	3095.0	2.338	10725.08	539.6	216	83.2
2	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	25-Oct-23	7	20.00	10.00	8.00	0.80	200.00	1800.00	3415.0	2.136	26522.98	132.6	219	83.2
3	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	25-Oct-23	7	20.00	10.00	8.00	0.80	200.00	1800.00	3473.0	2.118	32333.52	163.2	219	77.7
4	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	31-Mar-23	16	19.00	8.50	7.80	0.80	182.04	1488.22	3325.9	2.229	29485.97	140.4	210	86.9
5	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	07-Abr-23	14	20.00	8.80	7.60	0.81	186.00	1548.48	3881.0	2.180	31885.63	182.6	210	77.4
6	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	01-May-23	14	20.20	9.30	8.40	0.81	185.98	1595.84	3477.0	2.171	29025.39	133.1	210	83.4
7	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	15-May-23	28	19.00	8.50	8.20	0.86	160.50	1485.10	3375.0	2.200	40302.43	221.6	210	100.6
8	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	15-May-23	28	18.00	8.40	8.10	0.85	155.12	1507.57	3358.0	2.227	40423.36	217.2	218	100.4
9	Adquán Tipo II - Patrón f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	18-Oct-23	15-May-23	28	18.00	10.30	8.20	0.82	199.00	1831.80	3715.8	2.201	43571.00	219.5	219	104.3

**OBSERVACIONES:**

- Los especímenes de concreto fueron elaborados en el laboratorio, y por ende la responsabilidad de la fabricación, muestra, traslado y transporte de los especímenes de concreto.
- Los valores de los especímenes de concreto fueron obtenidos de pruebas de resistencia con carga constante a 1.20 mm/min.
- Adquanes sometidos a las pruebas con calibres negativos según norma ASTM 1325.
- El concreto tiene un f'c de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Los resultados cargados con la máquina de ensayo por la que se ha realizado la construcción de ensayo.



*[Signature]*  
 Ing. César Augusto  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.P. Responsables

*[Signature]*  
 Luis Felipe Lopez Chiquiza  
 Tsc. Especialista Mecánica de Suelos  
 Concreto y Pavimento de Adquán

SAKJARO E.I.R.L.

DNM N° 4-558-6325  
 Dirección: Jr. Tarapoto # 413, Distrito de Morales - San Martín (Ref. a 3 cuadras de la plaza de Morales)  
 RUC: 2085278239 / Teléfono: 942028737 - 950424735 / email: sakjaro\_ingles@sakjaro.com

NORMA  
 NITEC-331.018 y 231.019

- Propósito** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adquines de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023
- Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín
- Redonda** : Est. Ing. Cosme Santander, Viales Mejía (tel: 0909-8601-8493-8825)  
 Est. Ing. Días Rosales - Jairo Ricci (tel: 0909-0901-4725-4040)
- Operador** : Tsc. Concl. Luis Felipe Chuquiboa
- Revisado** : Ing. Ctr. Jairo Sánchez Ruíz - CIP: 116505
- Muestra** : Adquis Tipo I + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz
- Presentación** : Especímenes rectangulares 20 cm. x 10 cm. x 6 cm.
- Fecha** : Noviembre de 2023

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Dimensiones del Adquis			Espesor (cm)	Área Fija (cm <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Masa Adquis (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Carga (kg)	F <sub>c</sub> Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Obtenido (%)	F <sub>c</sub> Promedio (%)
		Modelo	Rotura		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)										
1	Adquis Tipo I - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	24-05-23	7	20.00	10.00	6.00	0.60	200.00	300.00	3141.8	1.566	1588.08	78.4	210	37.4	
2	Adquis Tipo II - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-05-23	26-05-23	7	20.00	10.00	6.25	0.62	200.00	1640.00	3521.0	2.153	24542.14	122.7	210	58.4	
3	Adquis Tipo III - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-06-23	26-06-23	7	20.00	10.00	6.25	0.62	200.00	1640.00	3422.0	2.267	25444.00	127.2	210	60.6	52.1
4	Adquis Tipo II - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	18-07-23	03-08-23	14	20.00	10.00	6.25	0.62	200.00	1660.00	3433.0	2.266	25202.05	126.3	210	60.1	
5	Adquis Tipo II - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	18-07-23	05-08-23	14	18.00	6.00	6.20	0.64	184.04	1591.13	3382.0	2.126	23742.81	133.3	210	75.0	
6	Adquis Tipo II - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-03-23	05-04-23	14	20.00	10.00	6.20	0.62	203.00	1694.00	3405.0	2.075	24003.74	118.2	210	56.3	83.1
7	Adquis Tipo II - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	16-04-23	28	20.00	10.00	7.70	0.77	200.00	1540.00	3544.0	2.106	24668.79	117.2	210	103.5	
8	Adquis Tipo I - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	16-04-23	28	18.00	6.00	6.00	0.60	185.00	1500.16	3403.0	2.161	44801.08	228.7	210	108.9	
9	Adquis Tipo I - F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 1% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	16-04-23	28	19.00	6.60	6.60	0.66	191.04	1528.32	3114.0	2.058	43187.00	225.8	210	107.4	108.8

**OBSERVACIONES**

- Los especímenes de concreto fueron elaborados en el laboratorio, y por ende se responsabiliza de la identificación, muestra, fragado, molde y transporte de los especímenes de concreto.
- Las roturas de los especímenes de concreto fueron realizadas en prensa de resistencia controlada 1.2t. respectiva.
- Adquines sometidos a los ensayos con radicación maserna según norma ASTM 1231.
- El concreto tiene un 1% de ceniza de maíz.
- Las muestras cumplen con el ensayo de resistencia por lo que se les permite la colocación de estribo.



Ing. Jairo Sánchez Ruíz  
 INGENIERO CIVIL  
 Ing. Responsables

Luis Felipe Chuquiboa  
 Técnico de Laboratorio  
 Concreto y Pavimentos

SAKJARO E.I.R.L.

Dirección: Jr. Taraballo W 413, Distrito de Morales - San Martín (Pof. a 3 cuadras de la plaza de Morales)  
 RUC: 2060278239 / Teléfono: 943328737 - 800454756 / email: sakaro\_int\_Ing\_pno@outlook.es





**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES DE ADQUINOS

NOTIFIA  
FECHAS 28/11/21 Y 30/11/21

**Proyecto** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adquinos de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2823  
**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamentos: San Martín  
**Solicitante** : Est. Ing. Causapán Sarracino, Valera Alejandra [prodi.org/0000-0001-6490-0433]  
Est. Ing. Otao Benzoque, Jany Noel [prodi.org/0000-0001-4726-4040]  
**Operador** : Tco. Const. Luis Felipe López Chuquiaguila  
**Revisado** : Ing. Civil Jhin Saavedra Hengilo - CP: 116805  
**Muestra** : Adquín Tipo II + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz  
**Presentación** : Especímenes rectangulares 20 cm. x 10 cm. x 8 cm.  
**Fecha** : Noviembre del 2023

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

N°	Estructura	Fecha		Edad días	Dimensiones del Adquín			Espesor [cm]	Área Hsta [cm <sup>2</sup> ]	Volumen [cm <sup>3</sup> ]	Masa Adquín [kg]	Densidad [g/cm <sup>3</sup> ]	Carga [kg]	F <sub>u</sub> Obtenido [kg/cm <sup>2</sup> ]	F <sub>u</sub> Obtenido [kg/cm <sup>2</sup> ]	F <sub>u</sub> en Dosis Obtenido (%)	Promedio (%)
		Módulo	Recura		Largo [cm]	Ancho [cm]	Altura [cm]										
1	Adquín Tipo I - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	26-Oct-23	7	20.30	10.00	8.25	0.82	200.00	1540.06	2436.0	2.895	42273.00	211.4	210	198.7	
2	Adquín Tipo II - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	26-Oct-23	7	20.00	9.80	8.03	0.82	186.00	1566.00	2408.0	2.232	41683.36	212.7	210	191.3	
3	Adquín Tipo I - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	26-Oct-23	7	20.00	10.00	8.09	0.80	200.00	1600.00	2403.0	2.181	42564.00	213.3	210	101.8	101.2
4	Adquín Tipo II - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	02-Nov-23	14	20.40	10.90	8.40	0.84	204.00	1713.00	3021.0	2.113	45029.00	220.7	210	105.1	
5	Adquín Tipo I - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	02-Nov-23	14	20.00	10.90	8.30	0.85	200.00	1660.00	3050.0	2.164	44289.00	221.4	210	105.5	
6	Adquín Tipo I - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	03-Nov-23	14	20.30	10.00	8.10	0.81	200.00	1620.00	3414.0	2.231	43945.00	210.7	210	194.8	195.1
7	Adquín Tipo II - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	16-Nov-23	28	20.20	10.00	8.30	0.85	202.00	1678.00	2523.0	2.191	31247.00	253.7	210	120.0	
8	Adquín Tipo I - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	16-Nov-23	28	19.80	9.80	7.90	0.81	184.04	1532.00	3434.0	2.240	82015.73	288.0	210	128.4	
9	Adquín Tipo II - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-Oct-23	16-Nov-23	28	20.00	10.00	8.00	0.80	200.00	1600.00	3481.0	2.176	52765.00	263.8	210	126.6	124.8

**OBSERVACIONES:**

- 1.- Los especímenes de concreto fueron elaborados en el Laboratorio y por ende la responsabilidad de la fabricación, curado, traslado y tiempos de los especímenes es propia.
- 2.- Las roturas de los especímenes de concreto fueron verificadas en prensa de resistencia controlada 1.33 toneladas.
- 3.- Adquinos sometidos a las pruebas con cubos de rotura según norma ASTM 1231.
- 4.- El ensayo tiene un F. S. de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- 5.- Las respuestas cumplen con la especificación por lo que se declaró la construcción de calidad.



*[Signature]*  
ING. RESPONSABLE

*[Signature]*  
Tco. Experto Luis Felipe López Chuquiaguila  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

SAIGUARD E.I.R.L.

Dirección: J. Tarapoto # 413, Distrito de Morales - San Martín (Ref.: a 3 cuadras de la plaza de Morales)  
RUC: 200277029 / Teléfono: 043204795 / email: saiguard\_eir\_luz\_chuquiaguila@gmail.com



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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPESIMENES DE ADQUIONES

NORMA  
CHILEC 301.618 y 331.619

Propósito	Influencia de sustitución del cemento por ceniza de volcán de maiz en propiedades mecánicas en adquiones de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> , 2023
Ubicación	Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín
Subsuelo	Est. Ing. Claudio Santander, Vialma Alejandra (estad.ing0000-0007-4483-0030) Est. Ing. Dina Barcoyapan, Alary Nicol (estad.ing0000-0001-4726-4040)
Operador	Tec. Const. Luis Felipe Lopez Chuquiaguila
Revisado	Ing. Civil: Jhyn Saavedra Hualpa - CP: 116005
Muestra	Acepción Tipo II + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz
Presentación	Especímenes rectangulares 25 cm. x 19 cm. x 8 cm.
Fecha	Noviembre del 2023

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

N°	Especificación	Fecha		Edad (días)	Dimensiones de Adquión			Subsuelo	Área Base (cm <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Masa Adquión (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Carga (N)	F <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Diseño (N)
		Medio	Rosca		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)									
1	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	26-Oct-23	7	29.20	9.50	8.00	0.84	191.90	1535.20	3453.0	2.240	41660.30	217.2	210	102.4
2	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	26-Oct-23	7	29.00	9.80	8.30	0.85	194.00	1626.00	3475.0	2.136	64070.87	221.5	210	106.5
3	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	26-Oct-23	7	29.00	9.80	8.30	0.85	194.00	1626.00	3468.0	2.132	63168.00	220.3	210	104.8
4	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	02-Nov-23	14	29.00	10.00	8.00	0.84	200.00 <sup>*</sup>	1980.00	3474.0	2.059	46250.00	231.3	210	110.1
5	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	02-Nov-23	14	29.00	9.80	8.00	0.85	196.00	1848.40	3460.0	2.092	45692.00	234.2	210	111.5
6	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	02-Nov-23	14	29.00	10.30	8.20	0.82	209.00	1940.00	3482.8	2.111	46157.00	230.7	210	106.9
7	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	16-Nov-23	28	29.00	9.70	7.90	0.81	193.00	1524.94	3416.8	2.240	58885.04	305.1	210	145.3
8	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	16-Nov-23	28	29.00	10.30	8.00	0.80	200.00	1900.00	3474.8	2.171	58800.00	296.5	210	142.1
9	Adquión Tipo II - F <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 3% de Ceniza de Tusa de Maiz	19-Oct-23	16-Nov-23	28	29.00	10.30	8.00	0.80	200.00	1900.00	3429.8	2.140	59201.00	296.8	210	141.0

**OBSERVACIONES**

- Los especímenes de concreto fueron elaborados en el laboratorio, y por ende se responsabiliza de la especificación, materiales, fraguado, moldeo y transporte de los especímenes de concreto.
- Las roturas de los especímenes de concreto fueron verificadas en prensa de vibración constante 1.33 mm/min.
- Adquiones sometidos a los probos con cubos de concreto según norma ASTM 1231.
- El concreto tiene un F<sub>u</sub> de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Los muestros cumplen con lo establecido en el artículo 16.4 de la normativa de construcción de edificación.



**Ing. Responsable**

**Técnico de Laboratorio**

**SAKJARO E.I.R.L.**

Director: J. Tarapoto # 413, Distrito de Morales - San Martín (Ref.: a 3 cuadras de la plaza de Morales)  
 RUC: 2062778206 / Teléfono: 942028797 / Email: sakjar\_ingenieros@outlook.com



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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES DE ADOSIGRES

NORMA  
IRTEC 237.018 y 231.018

**Proyecto** : Influencia de sustitución del cemento por ceniza de tusa de maíz en propiedades mecánicas en adosigres de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, 2023

**Ubicación** : Distrito: Tarapoto / Provincia: San Martín / Departamento: San Martín

**Beneficiario** : Ent. Ing. Ceajepo Santeiro, Valera Nejónora. jrcid.org/0060-0001-9460-4845

**Equipo** : Ent. Ing. Dios Benavente, Jairo Nizar jrcid.org/0060-0001-4720-4040

**Responsable** : Tec. Genal Luis Felipe Lopez Chapuliz

**Revisado** : Ing. Civil Jairo Saavedra Hengillo - CP-118505

**Monitoreo** : Adosigres Tipo I + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz

**Presentación** : Especificaciones notariales 20 cm. x 18 cm. x 8 cm.

**Fecha** : Noviembre del 2023

**CARACTERISTICAS GENERALES**

N°	Estructura	Fecha		Edad días	Dimensiones del Adosigres			Espesor (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Masa Adosigres (kg)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Carga (kg)	F <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
		Módulo	Rotura		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)												
1	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	26-04-23	7	20.00	8.00	8.26	0.80	196.00	1326.80	3003.0	2.180	45119.67	230.5	210	106.7			
2	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	26-04-23	7	20.12	8.00	8.19	0.80	197.16	1597.13	3000.0	2.254	44777.07	227.1	210	106.1			
3	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	26-04-23	7	20.00	8.00	8.19	0.80	196.00	1587.86	3000.0	2.284	44839.00	227.3	210	106.5			
4	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	02-05-23	14	19.99	10.00	8.43	0.84	160.00 <sup>6</sup>	1671.88	3599.0	2.299	53709.00	268.9	210	128.5			
5	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	02-05-23	14	20.00	10.00	8.10	0.81	200.00	1826.00	3831.0	2.241	54277.00	271.4	210	129.2			
6	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	02-05-23	14	20.00	10.00	8.10	0.81	200.00	1826.00	3805.0	2.213	53825.00	267.6	210	127.4			
7	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	16-05-23	28	20.20	9.80	8.00	0.82	197.96	1883.68	3401.0	2.148	52129.37	313.8	210	149.5			
8	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	16-05-23	28	20.00	10.00	8.00	0.80	200.00	1820.00	3522.0	2.201	52395.00	312.0	210	148.4			
9	Adosigres Tipo I - f <sub>u</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de Ceniza de Tusa de Maíz	19-04-23	16-05-23	28	20.10	9.90	8.00	0.81	198.80	1591.92	3480.0	2.189	51995.00	311.1	210	148.1			

**OBSERVACIONES:**

- 1.- Los especímenes de concreto fueron elaborados en el laboratorio, y por ende se responsabiliza de la elaboración, material, equipos y transporte de los especímenes de concreto.
- 2.- Las roturas de los especímenes de concreto son sólo verticales de forma de simetría con un eje 1-2 vertical.
- 3.- Algunos especímenes a los probetas con adosigres según norma ASTM 1231.
- 4.- El concreto tiene un f<sub>c</sub> de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- 5.- Las matrices cumplen con la especificación ASTM 1231.



*José Jorge López Chuquiñata*  
 Tec. Esp. en Mecánica de Suelos  
 CONSULTORÍA DE LABORATORIO

*José Antonio Sandoval*  
 INGENIERO CIVIL  
 Ing. Responsable

Director: J. Tarapoto # 413, Distrito de Morales - San Martín (Perú) a 3 cuadras de la plaza de Morales  
 RUC: 2098274259 / Teléfono: 940281737 - 92924795 / email: sakjar\_om\_ing\_pav@outlook.es

SAKJARO E.I.R.L.





.....  
José Manuel de la Penya  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 118505

## VI. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO

---

---

SAKIARÓ E.I.R.L.

R.U.C. N° 20602778259



Jr. Tarapoto # 413 Morales- San Martín



942661604 / 942628737



sakiaro\_arq\_ing\_geo@outlook.es

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co


**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**  
 Calibration Certificate - Laboratory of Force

**F-27957-001 RO**

Page / Pág. 1 de 6

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PRENSA DE ENSAYO DE RESISTENCIA	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	YU FENG // ZHEJIANG TUGONG INSTRUMENTS CO.	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	STYE-2000	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	110801	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	No presenta	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	2000 kN	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SAKIARO EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	JR. TARAPOTO NRO. 413 (A 4 CUADRAS DE LA MUNICIPALIDAD) SAN MARTIN - SAN MARTIN - MORALES	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	San Martín - Perú	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 12 - 13	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 12 - 21	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	08	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
 Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan el Certificado**  
 Signatures Authorizing the Certificate

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
 Director Laboratorio de Metrología

  
**Tecg. William Andrés Molina**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LMP025-F-01 R123

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura



**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 601) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA ISO/IEC 17025:2017 11-LAC-004

**F-27957-001 R0**

Pág. 2 de 6

**DATOS TÉCNICOS**

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	1 kN
Resolución	1 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 50 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	200 kN

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación

Tabla 1.  
Indicaciones como se recibe la máquina antes de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón					Errores Relativos	
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Promedio	Indicación	Repetibilidad	
%	kN	Ascendente kN	Ascendente kN	Ascendente kN	S <sub>1, 2 y 3</sub> kN	q %	b %
10	200	212,85	213,80	212,20	212,95	-6,08	0,71
20	400	420,61	421,52	420,88	421,00	-4,99	0,21
30	600	618,52	619,85	619,26	619,14	-3,09	0,18
40	800	822,43	825,86	820,35	822,88	-2,78	0,65
50	1 000	1 025,7	1 026,6	1 025,4	1 025,9	-2,52	0,11

Tabla 2.  
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1, 2 y 3</sub> kN
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> '	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>		
%	kN	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica ---	Ascendente kN	No Aplica ---	
10	200	201,10	201,44	---	201,09	---	201,21
15	300	302,20	302,30	---	302,25	---	302,25
20	400	402,77	402,88	---	403,75	---	403,13
25	500	503,28	503,30	---	503,29	---	503,29
30	600	604,38	604,28	---	604,39	---	604,35
35	700	705,49	705,51	---	704,40	---	705,13
40	800	804,39	805,40	---	805,55	---	805,11
45	900	907,22	907,48	---	907,45	---	907,38
50	1 000	1 006,3	1 005,6	---	1 005,3	---	1 005,7

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**F-27957-001 R0**

Pág. 3 de 6

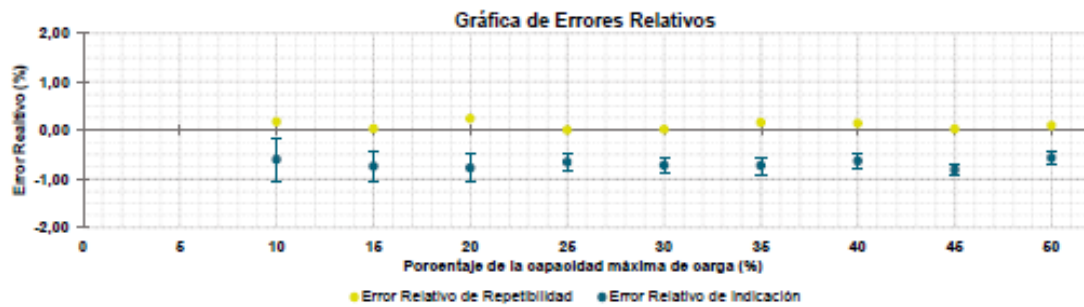
**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...**

**Tabla 3.**  
 Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,s1}$ %	$f_{0,s2}$ %	$f_{0,s2}$ %	$f_{0,s3}$ %	$f_{0,s4}$ %
0,050	0,100	---	0,100	---

**Tabla 4.**  
 Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa a	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$
	Indicación q	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Relativa		kN	%	
%	kN	%	%	%	%	kN	%	---
10	200	-0,60	0,17	---	0,500	0,88	0,44	2,01
15	300	-0,74	0,03	---	0,333	0,87	0,29	2,01
20	400	-0,78	0,24	---	0,250	1,1	0,28	2,10
25	500	-0,65	0,00	---	0,200	0,93	0,19	2,01
30	600	-0,72	0,02	---	0,167	0,94	0,16	2,01
35	700	-0,73	0,16	---	0,143	1,2	0,18	2,13
40	800	-0,64	0,14	---	0,125	1,3	0,16	2,12
45	900	-0,81	0,03	---	0,111	0,99	0,11	2,01
50	1 000	-0,57	0,10	---	0,100	1,2	0,12	2,06



**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue Área de Rotura de Concreto de la empresa SAKIARO EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA ubicada en San Martín. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,5 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	28,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	73 % HR	Humedad Relativa Mínima:	71 % HR

LM-PC-05-F-01 R128

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
 11-LAC-004

**F-27957-001 R0**

Pág. 4 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 5.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	—	R <sup>2</sup>
9,99127 E-01	9,98800 E-01	1,91519 E-05	-1,27256 E-08	0,00005	1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 6.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada ( kN )

Indicación kN	0	10	20	30	40
200	201,42	211,47	221,53	231,58	241,64
250	251,70	261,76	271,82	281,89	291,95
300	302,02	312,09	322,16	332,23	342,30
350	352,38	362,46	372,53	382,61	392,69
400	402,77	412,85	422,93	433,01	443,09
450	453,18	463,26	473,34	483,43	493,51
500	503,60	513,68	523,76	533,85	543,93
550	554,02	564,10	574,18	584,26	594,34
600	604,43	614,51	624,58	634,66	644,74
650	654,82	664,89	674,97	685,04	695,11
700	705,18	715,25	725,31	735,38	745,44
750	755,50	765,56	775,62	785,68	795,73
800	805,78	815,83	825,88	835,92	845,96
850	856,00	866,04	876,07	886,10	896,13
900	906,16	916,18	926,20	936,21	946,22
950	956,23	966,24	976,24	986,24	996,23
1 000	1 006,2				

**Tabla 7.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio s1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
200	201,21	201,42	0
300	302,25	302,02	0
400	403,13	402,77	0
500	503,29	503,60	0
600	604,35	604,43	0
700	705,13	705,18	0
800	805,11	805,78	1
900	907,38	906,16	- 1
1 000	1 005,7	1 006,2	1

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN** Continuación...

La Tabla 8 y Tabla 9 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 2 y Tabla 4 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (N) = 9,80665, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

**Tabla 8.**

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1, 2 y 3</sub> kgf
	S <sub>1</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> ' No Aplica ---	S <sub>3</sub> Ascendente kgf	S <sub>4</sub> No Aplica ---		
10	20 394,3	20 506,5	20 541,4	---	20 505,4	---	20 517,8
15	30 591,5	30 815,8	30 826,1	---	30 820,9	---	30 820,9
20	40 788,6	41 071,1	41 082,3	---	41 171,1	---	41 108,2
25	50 985,8	51 320,3	51 322,4	---	51 321,3	---	51 321,3
30	61 183,0	61 629,6	61 619,5	---	61 630,7	---	61 626,6
35	71 380,1	71 940,0	71 942,1	---	71 828,8	---	71 903,6
40	81 577,3	82 025,0	82 128,0	---	82 143,3	---	82 098,7
45	91 774,5	92 510,7	92 537,3	---	92 534,2	---	92 527,4
50	101 971,6	102 614,1	102 540,7	---	102 510,1	---	102 555,0

**Tabla 9.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada	Errores Relativos				Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k <sub>p=95%</sub> ---
	Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	kgf		%		
10	20 394,3	-0,80	0,17	---	0,500	89	0,44	2,01
15	30 591,5	-0,74	0,03	---	0,333	89	0,29	2,01
20	40 788,6	-0,78	0,24	---	0,250	114	0,28	2,10
25	50 985,8	-0,65	0,00	---	0,200	95	0,19	2,01
30	61 183,0	-0,72	0,02	---	0,167	95	0,16	2,01
35	71 380,1	-0,73	0,16	---	0,143	127	0,18	2,13
40	81 577,3	-0,64	0,14	---	0,125	129	0,16	2,12
45	91 774,5	-0,81	0,03	---	0,111	101	0,11	2,01
50	101 971,6	-0,57	0,10	---	0,100	123	0,12	2,06

LM-PC-05-F-01 R12.6

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104-B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co

**F-27957-001 R0**

Pág. 6 de 8

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,133$  y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

**TRAZABILIDAD**

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**Instrumento Patrón**

<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN.
<b>Modelo</b>	KAL-1MN.
<b>Clase</b>	1,0.
<b>Código Interno</b>	017401.
<b>Certificado de Calibración</b>	5516 del INM.
<b>Próxima Calibración</b>	2023-12-09.

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

**OBSERVACIONES**

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27957-001

*Fin del Certificado*

LM-PC-05-F-01 R126

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura



**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura****T-27958-001 R0**

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	HORNO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PYS EQUIPOS E.I.R.L.	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	STHX-2A	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	200803	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	No presenta	
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	50 °C a 300 °C	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SAKIARO EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	JR. TARAPOTO NRO. 413 (A 4 CUADRAS DE LA MUNICIPALIDAD) SAN MARTIN - SAN MARTIN - MORALES	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	SAN MARTIN	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of Calibration</i>	2022 - 12 - 13	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of Issue</i>	2022 - 12 - 22	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se secan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan el Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez  
 Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Andrés Molina Ruiz  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-01-F-01-003

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-565-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : T 526-2022  
Fecha de Emisión : 2022-09-12

1. Solicitante : SAKIARO E.I.R.L.

Dirección : JR. TARAPOTO NRO. 413 - MORALES - SAN MARTIN

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : T-SCALE

Modelo : PRW-30++

Número de Serie : 105505048009

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real ( d ) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-09-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

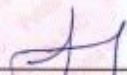
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de SAKIARO E.I.R.L.  
JR. TARAPOTO NRO. 413 - MORALES - SAN MARTIN



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

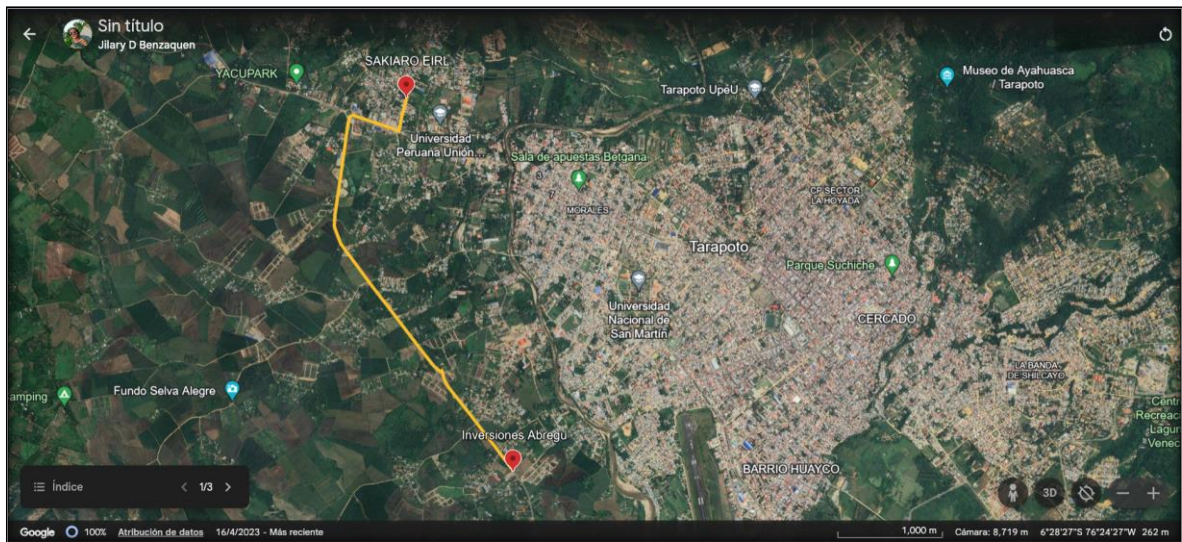
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

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

## **ANEXOS 04: Panel Fotográfico**



**Figura 4.** Imagen representativa de la ruta: inversiones Abregu hasta el laboratorio Sakiaro.



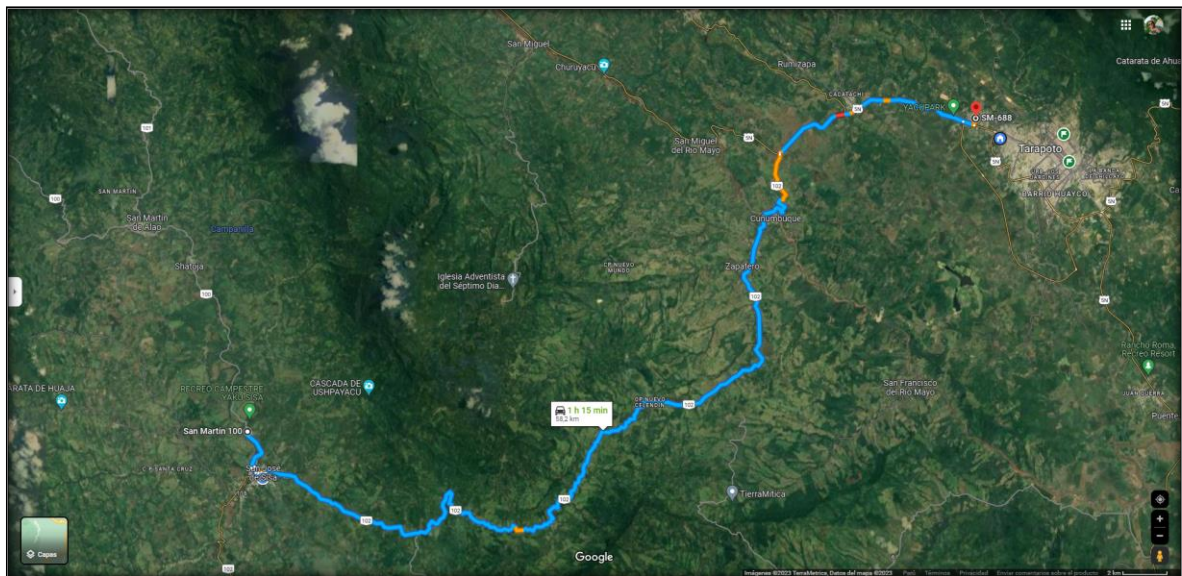
Fuente: Google Earth

**Figura 5.** Molde de para la elaboración de los adoquines



Fuente: Tomada por los investigadores, 2023.

Figura 6. Ruta desde el molino Neira hasta el laboratorio Sakiaro.



Fuente: Google Maps.



Recolectando la ceniza de tusa de maíz del horno de un molino en la ciudad de San José de Sisa.





Ensayos de laboratorio a la ceniza de tusa de maíz - % Humedad Natural y peso unitario (suelto y varillado), peso específico y absorción y granulometría .



Ensayos de laboratorio a la arena gruesa y arena triturada - % Humedad Natural, peso unitario (suelto y varillado), peso específico y absorción y granulometría.





Elaboración de los adoquines – muestra patrón, al 0% de sustitución.



Elaboración de los adoquines – muestra de estudio, al 1% de sustitución.





Elaboración de los adoquines – muestra de estudio, al 2% de sustitución.



Elaboración de los adoquines – muestra de estudio, al 3% de sustitución.



Elaboración de los adoquines – muestra de estudio, al 4% de sustitución.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón, al 0% de sustitución en sus 7 días de fraguado.





Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 1% de sustitución en sus 7 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 2% de sustitución en sus 7 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 3% de sustitución en sus 7 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 4% de sustitución en sus 7 días de fraguado.





Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón, al 0% de sustitución en sus 14 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 1% de sustitución en sus 14 días de fraguado.





Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 2% de sustitución en sus 14 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 3% de sustitución en sus 14 días de fraguado.

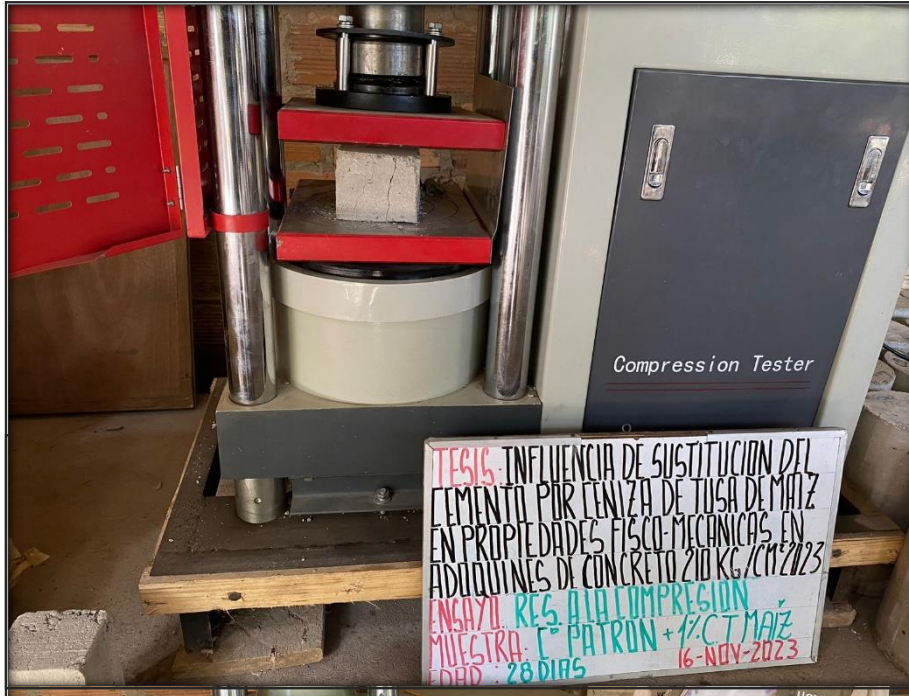


Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 4% de sustitución en sus 14 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra patrón, al 0% de sustitución en sus 28 días de fraguado.





Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 1% de sustitución en sus 28 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 2% de sustitución en sus 28 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 3% de sustitución en sus 28 días de fraguado.



Ruptura de los adoquines en la máquina de ensayo de resistencia a la compresión – muestra de estudio, al 4% de sustitución en sus 28 días de fraguado.





Ensayos en el laboratorio de peso específico y absorción a los adoquines – muestra patrón, al 0% de sustitución en sus 28 días de fraguado.



Ensayos dentro del laboratorio de peso específico y absorción a los adoquines – muestra de estudio, al 1% de sustitución en sus 28 días de fraguado.



Ensayos dentro del laboratorio de peso específico y absorción a los adoquines – muestra de estudio, al 2% de sustitución en sus 28 días de fraguado.



Ensayos dentro del laboratorio de peso específico y absorción a los adoquines – muestra de estudio, al 3% de sustitución en sus 28 días de fraguado.





Ensayos dentro del laboratorio de peso específico y absorción a los adoquines – muestra de estudio, al 4% de sustitución en sus 28 días de fraguado.