



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Evaluación de propiedades físicas-mecánicas en adoquines
de concreto incorporando ceniza de cascara de arroz,
Chimbote –Ancash, 2023”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Carbajal Peña, Bryam Carlos (orcid.org/0000-0002-8401-0913)

Chauca Maza, Angel Gabriel Domingo (orcid.org/0000-0002-6314-3880)

ASESORA:

Mgr. Alvarez Asto, Luz Esther (orcid.org/0000-0001-6491-6569)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Con gratitud y admiración, dedico este trabajo a los valiosos investigadores cuyas contribuciones han pavimentado el camino de la sabiduría. A mi respetada asesora, le agradezco por su orientación perspicaz, su paciencia incansable y su dedicación inquebrantable a mi desarrollo académico. Sus enseñanzas han sido la brújula que ha guiado este viaje de descubrimiento. Cada palabra de aliento, cada sugerencia reflexiva y cada desafío han dejado una huella indeleble en mi aprendizaje. Este logro no solo es mío, sino también el resultado de su compromiso y sabiduría compartida. A todos los investigadores cuyas obras han iluminado mi camino, les agradezco por inspirarme a explorar las fronteras del conocimiento. Esta tesis es un tributo a la colaboración y al espíritu colectivo que impulsa el avance académico. Gracias por ser la fuente de luz que ha guiado mi travesía investigativa.

Bryam Carbajal y Ángel Chauca

AGRADECIMIENTO

En este momento culminante de mi carrera académica, deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte integral de mi travesía en el campo de la Ingeniería Civil.

A mi distinguido equipo de asesores y profesores, cuya experiencia y sabiduría han sido faros guía a lo largo de este desafiante viaje, les agradezco por compartir su conocimiento y por ser fuentes inagotables de inspiración.

A mi familia y seres queridos, cuyo amor y respaldo han sido mi fuente de fortaleza, les dedico este logro. Su apoyo incondicional ha sido mi motor en los momentos difíciles y mi mayor alegría en los triunfos.

Finalmente, a la comunidad académica y a todos aquellos cuyas investigaciones y contribuciones han sido pilares en la construcción del conocimiento en Ingeniería Civil, mi profundo agradecimiento. Este trabajo no solo representa nuestro esfuerzo, sino también la amalgama de ideas, innovaciones y avances que caracterizan a esta disciplina.

Este logro no marca el fin de mi aprendizaje, sino el comienzo de un nuevo capítulo donde espero aplicar los conocimientos adquiridos para contribuir al progreso y la excelencia en el campo de la Ingeniería Civil. Gracias a todos por formar parte de esta travesía inolvidable.

Bryam Carbajal y Ángel Chauca



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ALVAREZ ASTO LUZ ESTHER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de propiedades físicas-mecánicas en adoquines de concreto incorporando ceniza de cascara de arroz, Chimbote –Ancash, 2023", cuyos autores son CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO, CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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.

CHIMBOTE, 29 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALVAREZ ASTO LUZ ESTHER DNI: 32968961 ORCID: 0000-0001-6491-6569	Firmado electrónicamente por: LEALVAREZA el 29- 11-2023 13:28:38

Código documento Trilce: TRI - 0672333



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO, CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación de propiedades físicas-mecánicas en adoquines de concreto incorporando ceniza de cascara de arroz, Chimbote –Ancash, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
ANGEL GABRIEL DOMINGO CHAUCA MAZA DNI: 73516884 ORCID: 0000-0002-6314-3880	Firmado electrónicamente por: GCHAUCAMA el 29-11- 2023 09:04:05
BRYAM CARLOS CARBAJAL PEÑA DNI: 73129973 ORCID: 0000-0002-8401-0913	Firmado electrónicamente por: BCARBAJALPE el 29- 11-2023 09:00:06

Código documento Trilce: TRI - 0672331

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	16
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación	23
3.1.1. Tipo de investigación:.....	23
3.1.2. Diseño de investigación:	23
3.2. Variables y operalización.....	24
3.2.1. Variable independiente: ceniza de cascara de arroz.....	24
3.2.2. Variable dependiente: Propiedades físicas–mecánicas del adoquín.....	25
3.3. Población, muestra y muestreo	26
3.3.1. Población	26
3.3.2. Muestra	26
3.3.3. Muestreo	27
3.3.4. Unidad de análisis	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	28
3.5. Procedimientos	29
3.6. Método de análisis de datos	38
3.7. Aspectos éticos.....	38
IV. RESULTADOS	39
V. DISCUSIÓN	55

VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS	62
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de muestras para ensayos resistencia a la compresión.	27
Tabla 2. normas y ensayos.....	29
Tabla 3. Especímenes para ensayos a la resistencia a la compresión.....	37
Tabla 4. Incorporación de ceniza de cascara de arroz para doquines.....	46
Tabla 5. Análisis de varianza de hipótesis.	54
Tabla 7. Tabla de Consistencia.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1. Diseño de investigación experimental.	24
Figura 2. Extracción de material fino en la cantera San Pedrito Chimbote.	30
Figura 3. Ubicación de cantera.	30
Figura 4. Extracción de material grueso.	31
Figura 5. Ubicación de laboratorio.	31
Figura 6. Obtención de la cascara de arroz.	32
Figura 7. Horno de ladrillera en Santa.	33
Figura 8. Extracción de ceniza.	33
Figura 9. Tamizado de ceniza.	34
Figura 10. Proceso de elaboración de mezcla para adoquines.	35
Figura 11. Moldeado de los adoquines en maquina vibradora.	35
Figura 12. Desmoldado de adoquines.	35
Figura 13. Curado.	36
Figura 14. Toma de medidas.	36
Figura 15. Ensayo a la compresión.	37
<i>Gráfico 16.</i> Ensayo granulométrico agregado grueso.	39
<i>Gráfico 17.</i> Ensayo granulométrico de agregado fino.	40
<i>Gráfico 18.</i> Peso unitario suelto y compactado.	41
<i>Gráfico 19.</i> Peso específico y absorción del agregado grueso y fino.	42
<i>Gráfico 20.</i> Contenido de humedad.	43
<i>Gráfico 21.</i> Análisis térmico simultaneo TGA y ATD.	44
<i>Gráfico 22.</i> Composición química por espectro florescencia de rayos x.	45
<i>Gráfico 23.</i> Ensayo resistencia a la compresión grupo patrón.	47
<i>Gráfico 24.</i> Ensayo resistencia a la compresión grupo experimental 1.	48
<i>Gráfico 25.</i> Ensayo resistencia a la compresión grupo experimental 2.	50

<i>Gráfico 26.</i> Ensayo resistencia a la compresión grupo experimental 3.	51
<i>Gráfico 27.</i> Comparación de porcentaje resistencia a la compresión.	53

RESUMEN

Esta tesis se centró en la evaluación de las propiedades físico-mecánicas al incorporar ceniza de cáscara de arroz en adoquines de concreto tipo 1 destinados a uso peatonal. El objetivo principal fue mejorar tanto las propiedades mecánicas como la sostenibilidad ambiental del producto final. El estudio se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Se realizaron estudios experimentales exhaustivos para evaluar la influencia de diferentes porcentajes de ceniza en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines. Los resultados revelaron que la adición de ceniza no contribuyó positivamente a la resistencia, pero sí mejoró significativamente la durabilidad de los adoquines. Se analizaron aspectos clave, como la absorción de agua y la resistencia a la compresión, demostrando mejoras notables en comparación con los adoquines convencionales. Este enfoque integral y los resultados obtenidos proporcionan una base valiosa para la implementación práctica de esta tecnología, destacando su potencial para impulsar la sostenibilidad y la eficiencia en la fabricación de adoquines de concreto para uso peatonal.

Palabras clave: Ceniza de cascara de arroz, Adoquín, Incorporación.

ABSTRACT

This thesis focused on the evaluation of the physical-mechanical properties when incorporating rice husk ash in type 1 concrete pavers intended for pedestrian use. The main objective was to improve both the mechanical properties and the environmental sustainability of the final product. The study was carried out using a quantitative approach and an experimental design. Extensive experimental studies were carried out to evaluate the influence of different ash percentages on the physical and mechanical properties of pavers. The results revealed that the addition of ash did not contribute positively to the strength, but it did significantly improve the durability of the pavers. Key aspects such as water absorption and compressive strength were analyzed, demonstrating notable improvements compared to conventional pavers. This comprehensive approach and the results obtained provide a valuable basis for the practical implementation of this technology, highlighting its potential to drive sustainability and efficiency in the manufacture of concrete pavers for pedestrian use.

Keywords: Rice husk ash, Cobblestone, Incorporation.

I. INTRODUCCIÓN

El problema que sea observado en un pavimento adoquinado es que no soportan el peso del tráfico pesado continuo que al poco tiempo de su colocación se observan baches, desnivelaciones, hundimientos y desprendimiento de los adoquines y que necesitan reparación continua, es por esto que en la búsqueda de mejorar las propiedades de resistencia de los adoquines se opta por usar otro material menos contaminante que el cemento, pero con similares propiedades, es así como se opta en usar la CCA ya que este material tiene propiedades similares al cemento.

Además que el estado de la infraestructura vial en el Perú es deficiente ya que gran parte se encuentra en estado de trochas y las que si están pavimentadas muchas no tienen un adecuado y continuo mantenimiento también cabe recalcar que existen zonas en el noreste y sureste del Perú que aún no tiene con ningún tipo de infraestructura transporte vial, lo que hace inexistente que estos pueblos tengan una adecuada infraestructura vial; También en su gran mayoría las áreas de recreación como (parques, campos deportivos, plazas, Juegos Infantiles) tanto en las ciudades urbanas, rurales y los asentamientos humanos se encuentra en un estado de precariedad, esto por falta de gestión pública y por las crisis políticas que pasa el país.

A este problema se suma la deficiente gestión ambiental que se lleva a cabo en todo el territorio peruano. En este contexto, nos centraremos en la gestión inadecuada dentro de la industria de la producción agrícola, específicamente en la producción de arroz. En mayo de 2022, la producción de arroz alcanzó las 517,956 toneladas, experimentando un aumento del 54.7% en comparación con las cifras del año anterior, que registraron 334,719 toneladas. Este incremento conlleva una mayor emisión de CO₂ debido a la quema de la cáscara de arroz. Los departamentos que destacaron por sus extensas áreas de cultivo fueron La Libertad (589.2%), Lambayeque (110.0%), Cajamarca (25.4%), y San Martín (5.8%). Estos cuatro contribuyeron en conjunto al 82.9% de la producción nacional total. Este panorama refleja la necesidad urgente de abordar tanto la expansión descontrolada

de la producción agrícola como las prácticas ambientales perjudiciales que la acompañan. (INEI, 2023, P.5).

Si bien esto se significa un aumento de la economía en el sector agrario también es un problema ya que muchas empresas agroindustriales descartan y no dan el tratamiento adecuado a la cascara de arroz lo que provoca contaminación al medio ambiente, es por esto que nuestra investigación buscamos reutilizar este material. Es importante mencionar el impacto que genera la producción agrícola intensiva a gran escala del arroz, que además de generar ciertos problemas en la degradación de suelos y emisión de CO₂ al ambiente; en este caso nos centraremos en la contaminación proveniente de la quema del bagazo y cascara que son materiales de descarte los cuales se queman o se descartan irresponsablemente por las empresas productoras de arroz, los más afectados son los pobladores ya que esta práctica produce enfermedades respiratorias a niños y adultos mayores.

Por lo anterior expuesto se formuló el siguiente problema general: ¿Cómo influirá en las propiedades físicas-mecánicas del adoquín de concreto tipo 1 al incorporar CCA Chimbote, Ancash, 2023?

Problemas específicos: ¿Los componentes y propiedades de los materiales afectaran a la mezcla del concreto del adoquín? ¿Cuál será el porcentaje óptimo de incorporación de CCA para el adoquín de concreto tipo 1? ¿El adoquín con incorporación de CCA será mejor en comparación de uno convencional?

La investigación se centra en el empleo de la ceniza para adoquines tipo I, este estudio es muy importante ya que se investigaron antecedentes nacionales e internacionales relacionados al tema con el fin de formar las bases teóricas y científicas para la realización de este proyecto, en cual se busca analizar y comparar datos que nos permitirán tener un sustento apoyándonos de la Norma Técnica Peruana (NTP) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E). Esto con el propósito de disminuir la contaminación y de buscando nuevos materiales para emplear en la construcción así mismo reducir el consumo de recursos no renovables.

Teniendo nosotros como planteamiento del objetivo general: Evaluar la influencia en las propiedades físicas-mecánicas al incorporar CCA en adoquines de concreto tipo 1, Chimbote - Ancash, 2023. Y como objetivos específicos: Determinar los componentes y propiedades de los materiales que van intervenir en la preparación de los adoquines de concreto tipo 1. Determinar el porcentaje adecuado de incorporación de CCA para un adoquín de concreto tipo 1 bajo la norma NTP 399.611. Analizar los porcentajes de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto tipo 1 con incorporación de CCA. Analizar y comparar los resultados obtenidos de los adoquines patrón y con incorporación de ceniza para ver si se mejoró la resistencia. Por lo tanto, se emplea la siguiente hipótesis: Al incorporar ceniza de cascara de arroz influye de manera positiva en las propiedades físicas-mecánicas de un adoquín tipo 1, Chimbote – Ancash, 2023.

Hipótesis específicas se tomaron las siguientes: Las propiedades de la ceniza de cascara de arroz y de los agregados mejoraran el diseño de mezcla del adoquín de concreto tipo 1. La incorporación del CCA influyera notablemente en la resistencia a la compresión del adoquín de concreto tipo 1. El adoquín con incorporación de CCA será una mejor que uno convencional.

II. MARCO TEÓRICO

En el marco de este proyecto, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de diversos trabajos y tesis relacionados con el tema de investigación que se pretende desarrollar. A nivel internacional, se destaca el proyecto de Pérez (2017), cuya propuesta se centra en la creación de adoquines utilizando ceniza de biosólidos como sustituto de material para pavimentos. El objetivo principal de esta iniciativa fue evaluar la viabilidad técnica de la ceniza de biosólidos como sustituto en la elaboración de adoquines de concreto, siguiendo normativas específicas y porcentajes predefinidos de sustitución. En este estudio, se exploraron cinco niveles de sustitución, comenzando con un 5% y aumentando de manera incremental hasta alcanzar el 25%.

Los resultados obtenidos revelaron que no se observaron cambios significativos en las dimensiones de los adoquines con sustitución en comparación con los convencionales. Sin embargo, se identificaron variaciones en el color, presentando tonalidades más oscuras a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución. En cuanto a la resistencia a la flexotracción, se llevaron a cabo pruebas con treinta adoquines divididos en seis grupos, desde las muestras estándar sin sustitución (0%) hasta aquellas con los cinco porcentajes de sustitución mencionados. Se observó que la resistencia aumentó con el tiempo de curado, alcanzando un pico notable en el caso de una sustitución del 10%. No obstante, el trabajo de investigación no proporcionó una explicación clara para este pico, lo que sugiere la posibilidad de una reacción química no contemplada en los objetivos planteados.

En relación con la absorción de agua y la densidad, se llevaron a cabo mediciones en muestras estándar y en aquellas con los cinco porcentajes de sustitución, a intervalos de curado de 7, 14 y 28 días. Los resultados indicaron que no hubo cambios significativos en los primeros dos periodos de curado, pero se observó un aumento en la absorción a los 28 días, aunque sin superar los límites establecidos por la norma NTC – 2017, que establece un máximo del 7% de absorción. En conclusión, se determinó que todos los especímenes cumplían con las especificaciones técnicas de la norma técnica colombiana. Además, se evidenció

que a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución, los especímenes mostraban cambios en color, textura, absorción y resistencia.

Concluyendo los antecedentes internacionales, Restrepo y Aya (2018) presentaron una propuesta que aboga por el empleo de cáscara de arroz en la fabricación de adoquines de mortero destinados a la construcción. Su objetivo primordial fue evaluar y comparar la resistencia de adoquines con cáscara de arroz frente a aquellos convencionales. Además, se propusieron determinar el porcentaje óptimo de incorporación de cáscara de arroz y evaluar la viabilidad económica de su producción en comparación con los adoquines convencionales. Los investigadores fundamentaron su trabajo en las especificaciones y parámetros de la norma técnica colombiana NTC 4017.

En los ensayos de compresión y flexión llevados a cabo con adoquines de mortero que contenían un 20% y 30% de cáscara de arroz, con un período de curado de 28 días, los resultados fueron alentadores. Se logró obtener una resistencia que se situaba ligeramente por debajo de la exhibida por los adoquines comerciales. Sin embargo, los adoquines con un 20% de ceniza de cáscara de arroz cumplían con las propiedades mecánicas establecidas por la norma, confirmando que los ensayos de compresión y flexión eran satisfactorios con una incorporación del 20% de cáscara de arroz.

Es importante señalar que, en términos de dosificación 1:3, la proporción del 20% resultó ser adecuada, mientras que la incorporación del 30% fue descartada. Además, se observó que el costo no variaba significativamente en comparación con los adoquines industriales. Dicha observación sugiere que factores adicionales como la cantidad de producción, la ubicación y el transporte también afectan el costo, respaldando la idoneidad de la dosificación del 20%.

De la misma manera se recopiló la información a nivel nacional, según la tesis de Medina (2019) denominada "Impacto de la ceniza de paja de arroz y plástico reciclado (PET) en el comportamiento mecánico de adoquines de concreto para tráfico de peatones, Lima - 2019", con el propósito de evaluar cómo la ceniza de

paja de arroz y el plástico PET influyen en el desempeño de los adoquines de concreto diseñados para uso peatonal. El estudio siguió las normativas ASTM C140-06 y NTP 399.611 y buscó alcanzar una resistencia objetivo de 320 kg/cm². En los ensayos de compresión, el adoquín estándar demostró una resistencia de 275.4 kg/cm². Sin embargo, al agregar entre un 2% y un 7% de ceniza, la resistencia aumentó a 283.4 kg/cm². No obstante, cuando se añadió un 11% de ceniza, la resistencia disminuyó a 235 kg/cm², lo que sugiere que a medida que aumenta el porcentaje de ceniza, la resistencia de los adoquines disminuye. En resumen, según los resultados obtenidos, se observó que la incorporación de ceniza de paja de arroz en cantidades de hasta un 7% mejora la resistencia de los adoquines de concreto destinados al tránsito peatonal, pero superar el 7% de adición conlleva a una disminución de la resistencia.

Cabeza y Morillo (2018) en su proyecto de investigación diseñaron un adoquín tipo 2 utilizando la ceniza de cascara del arroz, se propusieron determinar los beneficios de agregar ceniza en el diseño del adoquín de concreto. El estudio fue realizado como parte de su trabajo de titulación en ingeniería civil. Teniendo como objetivo principal del proyecto el determinar la mejora que tendrá el concreto al utilizar la ceniza; el enfoque del trabajo fue de investigación experimental aplicada. Se fabricaron un total de 36 adoquines, de los cuales 27 contenían cenizas de cascara de arroz y 9 fueron utilizados como adoquines de referencia sin adición de ceniza. En cuanto a la resistencia, se observó una diferencia promedio de 100 kg entre los adoquines sin adición de ceniza y los adoquines con una adición del 5% y 10%. Esto llevó a la conclusión de que se acepta la adición de ceniza en una proporción de hasta el 5%, ya que se obtuvo una mayor resistencia en comparación con los adoquines sin adición, el estudio demostró que la incorporación de ceniza en los adoquines de concreto, en una proporción del 5%, conduce a una mayor resistencia en comparación con los adoquines convencionales.

Paucar (2021) en su investigación al emplear valva de conchas de abanico para adoquines esto lo realizó con el fin de evaluar las propiedades físicas y mecánicas. tuvo como objetivo principal evaluar el efecto al sustituir el agregado fino por la valva de concha triturada en tres porcentajes de 7%, 12% y 21% para un concreto

de 320kg/cm². El inconveniente al sustituir el agregado fino fue que se redujo la trabajabilidad de la mezcla de concreto esto ya que el valva de la concha no tenía una granulometría uniforme pero si se adiciono en la proporción adecuada esta mejora las propiedades del concreto, con el porcentaje de 7% la absorción de los especímenes disminuye en un 0.5% , con los dos porcentajes de 12% y 21% esta aumento, además que con el 7% de sustitución en los ensayos de compresión se llegó a sobrepasar la resistencia dada por la norma y se obtuvo una resistencia de 347.17 kg/cm² por lo cual esta dosificación es óptima para mejorar las propiedades mecánicas y físicas del adoquín.

Cascara de arroz es un residuo agrícola proveniente del serial (arroz) el cual es una delgada vaina que cubre a las semillas de un material leñoso abundante en celulosa y lignina, en mayor parte de los casos este material es descartado y no se reutiliza y simplemente se quema en la intemperie (Zambrano, Andrade y Carreño, 2017, p.9). La ceniza de la cascara de arroz es un desecho orgánico e inorgánico que es el resultado luego de la incineración de la vaina a una temperatura de 800 °C +/- 20 °C durante una media hora a una hora, al cual se realizaron análisis de rayos x (DRX) (MEB), obteniendo sílice de elevada reactividad.

Según Novoa, Becerra y Vásquez (2016, p.9), sus hallazgos señalan que es viable incorporar ceniza de cáscara de arroz como un sustituto parcial del agregado fino en morteros de tipo adhesivo en proporciones que varían entre el 20% y el 25%. No obstante, es esencial ajustar la granulometría de la ceniza para que sea compatible con la distribución de partículas de la arena empleada. Durante las pruebas mecánicas llevadas a cabo en los morteros con este reemplazo parcial del agregado fino, se mantuvo una fluidez del 115% con el fin de garantizar que la única variable bajo consideración fuera la cantidad de agua. De esta manera, se asegura que el mortero cumple con los estándares establecidos en la normativa correspondiente.

Porcentaje de Incorporación de Ceniza: En el proceso de sustitución, se exploraron seis porcentajes (1%, 3%, 6%, 9%, 12%, y 15%) al reemplazar el cemento con ceniza. Con conocimiento previo de las propiedades de la Ceniza de Cáscara de

Arroz (CCA), se elaboraron probetas utilizando distintas proporciones de sustitución, teniendo como referencia las probetas patrón con resistencias de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados de las dosificaciones a 175 kg/cm^2 , después de 7 días de curado, mostraron una resistencia de 126.55 kg/cm^2 , 157.95 kg/cm^2 , a los 14 días, y 174.80 kg/cm^2 a los 28 días. En cambio, con la dosificación de 210 kg/cm^2 , se obtuvo una resistencia de 157.55 a los 7 días, 190.46 kg/cm^2 a los 14 días, y 210.19 kg/cm^2 a los 28 días.

Se destacó que la sustitución de CCA por cemento arrojó mejores resultados cuando se utilizó una menor cantidad de CCA. En otras palabras, se observó que a medida que aumentaba la cantidad de adición de CCA, disminuía la resistencia del concreto (Arévalo y López, 2020, p. 90). En consonancia con esta premisa, en nuestra investigación, se implementarán tres dosificaciones de 5%, 7%, y 10%, con el propósito de evaluar la influencia de la adición de ceniza en las propiedades físicas y mecánicas del adoquín.

Origen de los adoquines: según Pérez Machado, Lilisvet [et al] (2022), nos menciona que los adoquines son igual de antiguos que los pavimentos, sus orígenes se remontan en los hace más de XXV atrás con los romanos y cartagineses, en búsqueda de mejorar la construcción de las vías con una mayor rapidez y durabilidad, un claro ejemplo tenemos a los romanos que tardaron alrededor de 400 años en construir la vía Apia la cual es reconocida a nivel mundial ya que cuenta con tramos que en la actualidad sobrepasan los 2000 años (p.01).

Adoquín de concreto: Los adoquines de concreto son elementos prefabricados que se emplean para pavimentos, los cuales deben ser elaborados bajo rigurosos estándares de calidad esto en sus diversas formas, presentaciones y la aplicación que se le dé a este ya sea para pavimento de uso peatonal, tránsito vehicular pesado o liviano (NTP. 399.611, P.4).

Adoquín Peatonal: De acuerdo con la especificación técnica NTP 399.611 en Perú, se describe una unidad de concreto sin refuerzo de dimensiones nominales, con medidas de 20 cm de anchura, 10 cm de longitud y 6 cm de altura, y con un espesor

mínimo de 60 mm. Además, se establece que debe tener una resistencia a la compresión de al menos 320 kg/cm².

Concreto: El material necesario para producir adoquines tipo 1, destinados al uso peatonal y que requieran una resistencia considerable, implica combinar cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, agua y, en algunos casos, aditivos. Esta mezcla se compacta cuidadosamente para lograr una forma sólida que, después del período de curado, adquiere una resistencia significativa a las fuerzas de compresión. Esta información se encuentra respaldada por la Norma E 0.60.

Cemento: Este es un conglomerado hidráulico que está finamente triturado y, en combinación con el agua, forma una pasta que tiene una reacción química fraguado el cual se endurece para las reacciones y ciertos procesos de hidratación, de los cuales obtienen mejoramiento de las propiedades, aumentan la estabilidad y la durabilidad. La base de todos los cementos es que el clinker, como dicen, es un producto que se obtiene a altas temperaturas (casi 1450 ° C) en combinación con lima, hierro y óxido de sílice obtenido de productos primarios, como arcilla, minerales y piedra caliza (Ruiz, Andrés [et al], 2020, p. 7).

En este proyecto de investigación se empleará el cemento portland tipo 1 está compuesta por arcilla y caliza, y los parámetros que según la NTP 334.009/ASTM C-150 como resistencia a la compresión en tres tiempos de curado (7, 14 y 28 días) tiempo de fraguado y composición química.

Agua: nos regiremos en base a la NTP 339.008, en la cual nos especifica los parámetros que se deben tener en cuenta para utilizar el agua en la mezcla del concreto. En tal caso el agua no cumpliera con estos parámetros, se realizará un análisis para determinar las propiedades adecuadas del agua que no afecte a la resistencia de la mezcla de concreto.

Agregados: para los agregados se empleará la NTP 400.022, en esta nos especifica los parámetros que deben cumplir los agregados ya que estos suponen un 60% y 75% de la mezcla de concreto; para este proyecto de investigación se utilizara los

agregados provenientes de una cantera en la cual se realicen los controles y ensayos en relación con la RNE y el código ACI - 318.

Propiedades físicas: Con el objetivo de evaluar el impacto positivo de la incorporación de ceniza de cascará de arroz en la producción de adoquines tipo 1, se llevará a cabo un estudio detallado de los materiales empleados en el proceso. Este análisis se realizará considerando como referencia los criterios y estándares establecidos en la NTP 399.611, los cuales definen los parámetros necesarios para obtener resultados óptimos. Mediante este estudio exhaustivo se podrá determinar si la adición de ceniza de cascara de arroz contribuye de manera beneficiosa en las propiedades físico-mecánicas de los adoquines.

De acuerdo con la (NTP 399.611 p. 14) establece las características de los diámetros y medidas para los adoquines tipo 1 para uso de pavimento peatonal son las siguientes: un largo de 20 cm, ancho de 10 cm y una altura entre 4 a 6 cm, su peso alrededor de 1.8 kg y con una capacidad de resistencia a la compresión de 320 kg/cm², se emplean alrededor de 50 unidades para un metro cuadrado y también existe en una variedad de colores (rojo, amarilla, naranja, gris y negro).

De tal manera que las propiedades físicas son cambios que se hacen presente en un material y estos son perceptibles y medibles a la vista, como en los adoquines que ya tienen valores establecidos en sus dimensiones como en la longitud de 1.6, ancho 1.6 y espesor de 3.2. Propiedades mecánicas: según la NTP 399.611 menciona que las propiedades mecánicas están en relación con la capacidad que tiene el objeto de resistir esfuerzos como los de compresión, flexión y tracción.

Resistencia a la compresión: este ensayo consiste en aplicar esfuerzos de compresión al material (adoquín) mediante un maquina eléctrica, esto con el fin de visualizar el módulo de ruptura para obtener la resistencia máxima que llevo el material, en la NTP 399.611 establece que 3 unidades de adoquín se deben realizar el ensayo y que este tiene que llegar a la resistencia de 320 kg/cm² a los 28 días de curado.

III.METODOLOGÍA

3.1.Tipo y diseño de investigación

En este proyecto se empleó un enfoque cuantitativo, que se caracteriza por recopilar, analizar e interpretar datos numéricos para abordar preguntas de investigación. Este método se fundamenta en la medición, el conteo de datos y el uso de técnicas estadísticas para analizar los resultados.

Según Jiménez (2021, p.17), la metodología cuantitativa busca llegar a conclusiones basadas en los resultados obtenidos a partir de muestras tomadas de una población específica, centrándose principalmente en la evaluación de la relación entre variables o aspectos extraídos de la observación de la muestra. En este enfoque, se limita la exploración, descripción o explicación detallada.

3.1.1. Tipo de investigación:

La investigación es de tipo aplicado, dado que se emplean conocimientos teóricos con el propósito de transformarlos en prácticas, abordando de manera rigurosa y sistemática la resolución de problemas. Este enfoque busca mejorar las condiciones mediante un proceso que persigue una práctica más eficaz, con el objetivo final de obtener resultados más efectivos. (Delgado, 2021, p. 2).

3.1.2. Diseño de investigación:

El diseño de investigación fue experimental, ya que se manipula la variable independiente ceniza de cascara de arroz de forma intencional para ver el efecto que se genera en la variable dependiente propiedades físicas-mecánicas del adoquín.

Álvarez (2020, p. 5) el diseño experimental puro se distingue por la manipulación de una o más variables independientes, lo que implica que esta manipulación debería generar efectos que puedan medirse en la

variable dependiente. La característica más destacada de este diseño es su capacidad para controlar la validez, lo que fortalece el estudio.

Grupo de Control (G.C)	X1 Concreto con 0% de incorporación de CCA. (7 días)	X1 Concreto con 0% de incorporación de CCA. (14 días)	X1 Concreto con 0% de incorporación de CCA. (28 días)
01 Grupo Experimental (G.E)	X2 Concreto con 2% de incorporación de CCA. (7 días)	X2 Concreto con 2% de incorporación de CCA. (14 días)	X2 Concreto con 2% de incorporación de CCA. (28 días)
02 Grupo Experimental (G.E)	X3 Concreto con 5% de incorporación de CCA. (7 días)	X3 Concreto con 5% de incorporación de CCA. (14 días)	X3 Concreto con 5% de incorporación de CCA. (28 días)
03 Grupo Experimental (G.E)	X4 Concreto con 7% de incorporación de CCA. (7 días)	X4 Concreto con 7% de incorporación de CCA. (14 días)	X4 Concreto con 7% de incorporación de CCA. (28 días)

Figura 1. Diseño de investigación experimental.

G.C: Grupo de control

G.E: Grupo experimental

CCA: Ceniza de cascara de arroz

X1: Manipulación e incorporación del 0% de CCA

X2: Manipulación e incorporación del 2% de CCA

X3: Manipulación e incorporación del 5% de CCA

X4: Manipulación e incorporación del 7% de CCA

3.2. Variables y operalización

3.2.1. Variable independiente: ceniza de cascara de arroz

Definición conceptual: ceniza de cascara de arroz es el resultado de la incineración de la cascara de la vaina que recubre al arroz, para obtener el porcentaje óptimo de sílice en la ceniza se debe tener en cuenta el grado y el tiempo de incineración que son al redor de 500 a 600 °C (Rodríguez y Tibabuzo, 2022, p. 40).

Definición operacional: Se extrajo la cascara de arroz en el molino, se selecciona y limpia la cascara para su posterior incineración a una temperatura de 600 °C en un tiempo de una hora y media para la obtención del porcentaje de sílice adecuado, luego se recoge y se pasa por el tamiz N° 100 para que este material se agregue en la mezcla de concreto en los tres porcentajes sugeridos (2%, 5% y 7%).

Indicadores: los indicadores para medir la ceniza de cascara de arroz, incineración de la muestra, oxido sílice, módulo de fineza, peso específico e incorporación a un 2%, 5% y 7%.

Escala de medición: La escala de medición de los indicadores utilizados para la variable independiente se clasifica como una escala de razón, la cual representa el nivel más alto en la medición, permitiendo la asignación de valores numéricos con un punto de origen y la capacidad de llevar a cabo operaciones matemáticas.

3.2.2. Variable dependiente: Propiedades físicas–mecánicas del adoquín

Definición conceptual: las propiedades físicas y mecánicas son la determinación de las características y propiedades físicas y químicas de su estructura interno, como dimensiones y resistencia a esfuerzos como compresión (Lapa, 2020, p.25).

Definición operacional: se procedió a ensayar las propiedades físicas y mecánicas de los especímenes de adoquines con incorporación de CCA.

Indicadores: los indicadores fueron los siguientes ensayos Tolerancia dimensional y compresión.

Escala de medida: La escala de medición fue ordinal de los indicadores utilizados para la variable dependiente.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Otzen y Manterola (2017, p. 13), la población se define como un conjunto de individuos o elementos que es esencial comprender en una investigación en relación con el tema en cuestión. En nuestro caso, la población se consideró como infinita, ya que abarcó la totalidad de adoquines de concreto, siendo estos el foco de nuestra investigación.

Criterios de inclusión: Adoquines tipo 1 para pavimentos de uso peatonal.

Criterios de exclusión: Adoquines Tipo 2 y 3 para pavimentos de tránsito vehicular liviano y tránsito pesado, patios industriales y contenedores.

3.3.2. Muestra

De acuerdo con Mucha Hospinal, Florencio [et al] (2021), la muestra se define como una representación en una pequeña proporción de algo que comparte la misma calidad que una porción más extensa. Las muestras facilitan la validación del objetivo deseado sin la necesidad de evaluar la calidad de cada producto en su totalidad (p. 17). En nuestro estudio, la población se seleccionó a partir de todos los especímenes que incorporaron CCA.

Tabla 1. Cantidad de muestras para ensayos resistencia a la compresión.

N°	ÍTEMS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		TOTAL DE ENSAYOS
		DÍAS	PROMEDIO DE UNIDADES	
01	Diseño de concreto f'c=320 kg/cm2	7	10	30
		14	10	
		28	10	
02	Diseño de concreto con incorporación del 2% de ceniza.	7	10	30
		14	10	
		28	10	
03	Diseño de concreto con incorporación del 5% de ceniza.	7	10	30
		14	10	
		28	10	
04	Diseño de concreto con incorporación del 7% de ceniza.	7	10	30
		14	10	
		28	10	

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Muestreo

Según Hernández (2015) El muestreo es el proceso de elegir un grupo de personas de una población con el objeto de estudiarlos y poder caracterizar el total poblacional (p.9).

El muestreo fue de tipo probabilístico aleatorio simple, ya todos los elementos de nuestra población tienen la misma prevalencia de ser seleccionados para nuestra muestra y en este caso se seleccionará para la muestra en base a al conocimiento de los adoquines con porcentajes de adicción de CCA.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis que se usó en este proyecto son los especímenes de adoquines sin y con incorporación de CCA esto teniendo en cuenta los criterios tanto de exclusión como de inclusión planteados anteriormente.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para Hernandez y Duana (2020, p.9) los investigadores utilizan diferentes instrumentos para medir los atributos o conductas de las variables que están estudiando.

Estos instrumentos son herramientas diseñadas para recopilar datos de manera sistemática y objetiva. Es importante destacar que, si bien utilizar investigaciones previas y herramientas existentes puede ser de gran ayuda, también es fundamental adaptar y personalizar estos recursos a las necesidades y características específicas de la investigación actual. Cada estudio tiene sus propias variables, objetivos y contexto, por lo que se requiere un enfoque individualizado y creativo para obtener resultados significativos.

Para este proyecto se utilizó la técnica de la observación directa, Sánchez (2022, p.2) esta técnica se utilizó para la recopilación de información a través de la observación de cada situación específica durante la investigación. Además, permitió la interpretación de comportamientos, objetos, hechos y otros elementos relevantes en el estudio y los instrumentos estarán bajo los parámetros y protocolos dados por las NTP y MTC.

En este estudio, los instrumentos utilizados son las fichas técnicas proporcionadas por el laboratorio para llevar a cabo los ensayos. Además, como técnica fue mediante la observación, también se emplearon los registros generales. Estos registros son documentos en los que se detallan las características del lugar, la participación de personas y otros aspectos relevantes que se observan en el objeto de estudio, entre otros aspectos.

Para Medina y verdejo (2020, p.9) La validez se define como el grado de precisión en la medición, permitiendo identificar si un instrumento cumple con su función correctamente.

Tabla 2. Normas y ensayos.

NORMAS	ENSAYOS
NTP 399.611	Resistencia a la compresión
ACI 211	Diseño de mezcla
NTP 399.604 (2002)	Tolerancia dimensional
ASTM C-136, MTC E204	Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos
MTC E203, MTC E206	Peso específico y absorción
NTP 339.046, MTC E 203	Peso unitario y vacíos de los agregados
ASTM 4944, ASTM 4959, ASTM 2216	Contenido de humedad

Fuente: elaboración propia.

3.5. Procedimientos

El procedimiento empleado en la investigación está especificado paso a paso respecto a los objetivos planteados, el cual empleamos instrumentos para cumplir de manera ordenada.



Figura 2. Extracción de material fino en la cantera San Pedrito Chimbote.

El procedimiento se comenzó ubicando la cantera, que para esto se optó en la cantera san pedrito que se encuentra en la parte entre Chimbote y Coishco, de la cual se extrajo las muestras del agregado fino.



Figura 3. Ubicación de cantera.



Figura 4. Extracción de material grueso.

La cantera de la cual se extrajo el agregado grueso fue de la misma cantera, para luego llevar al laboratorio KAE Ingeniería la cual se ubica cerca al parque la madre campesina, donde se realizó los ensayos



Figura 5. Ubicación de laboratorio.

granulométricos bajo el ASTM C-136, MTC E204, ensayo de peso unitario MTC E203, también ensayo para determinar su peso específico y la

absorción bajo MTC E206, y el contenido de humedad utilizando el ASTM 4944, ASTM 4959, ASTM 2216.

Una vez obtenidos los resultados de las muestras de los agregados, se procedió a llevar a cabo el diseño de la mezcla siguiendo el método de diseño 211 del ACI. Este diseño se realizó para producir adoquines de concreto tipo 1 destinados al uso peatonal, como lo especifica la norma NTP 399.611, con el objetivo de alcanzar una resistencia a la compresión de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$. En este proceso de diseño, se utilizó el cemento de la marca Pacasmayo azul anti salitre. La elección de este tipo de cemento se debe a que los adoquines se fabricarán para la zona de Chimbote, que es conocida por su alta concentración de salinidad debido a su proximidad al mar.



Figura 6. Obtención de la cascara de arroz.

En cuanto a la cascara del arroz, primero localizamos la zona que es Santa, esto ya que teniendo información de que es una zona alta en producción de arroz según fuente del INEI; la molinera de la cual nos brindó la cascara de arroz fue “molino la perla de santa” ya que este material se trata como material de descarte de la producción agrícola de este cereal; que es el segundo más consumido en el mundo y el desperdicio que genera es en gran abundancia ya

que la mayor parte de la cascara se quema lo cual genera emisiones de CO_2 a la atmosfera afectando la salud tanto de los locales y especies animales.



Figura 7. Horno de ladrillera en Santa.

Teniendo ya lo que es el material se procedió a llevar a incinerar a al horno de una ladrillera que se encuentra en la misma zona, para su incineración a una temperatura de 500 C° a 600 C° .



Figura 8. Extracción de ceniza.



Figura 9. Tamizado de ceniza.

Una vez que la cáscara de arroz fue incinerada y convertida en ceniza, se procedió a tamizar el material a través de tamices de número 100 y 200. Posteriormente, se separaron 1 kg de la ceniza y 1 kg de la cáscara de arroz con el propósito de enviarlos al Laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C, ubicado en la ciudad de Trujillo. Este laboratorio llevó a cabo ensayos de análisis térmico diferencial (ATD) y termogravimétrico (ATG) siguiendo las normativas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN51007 y DIN 53765.

Además, se realizó el ensayo de análisis mediante espectroscopia de fluorescencia total de rayos X para determinar la composición química de la ceniza, cumpliendo con la normativa ASTM C25 y ASAQ – ME06.



Figura 10. Proceso de elaboración de mezcla para adoquines.

Teniendo ya los resultados tanto de la ceniza como del resto de materiales se procedió hacer la dosificación de la mezcla del concreto bajo el diseño de la mezcla del ACI 211, para una resistencia de 320 kg/cm², esto para el grupo patrón con un 0% de incorporación de ceniza y también para los grupos experimentales con porcentajes de incorporación de 2%, 5% y 7%.



Figura 11. Moldeado de los adoquines en maquina vibradora.



Figura 12. Desmoldado de adoquines.

Para la fabricación de los adoquines se realizó con el molde con las medidas según la norma NTP 399.611 para un adoquín peatonal con las medidas de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 6 cm de espesor, también se empleó una mesa vibradora esto para uniformar la mezcla y que no se produzcan vacíos durante la elaboración y el desmolde del adoquín.



Figura 13. Curado.

Una vez que ya se tengan todos los especímenes se sumergieron en agua para su curado y también se realizó las pruebas de control esto bajo las especificaciones de la NTP 399.611 y la tolerancia dimensional bajo la NTP 399.604 (2002).



Figura 14. Toma de medidas.

Tabla 3. Especímenes para ensayos a la resistencia a la compresión.

Resistencia a la Compresión				
Grupos	G.C 0%	G.E 2%	G.E 5%	G.E 7%
7 días	10	10	10	10
14 días	10	10	10	10
28 días	10	10	10	10
Total	120 und.			

Fuente: elaboración propia.



Figura 15. Ensayo a la compresión.

Se llevaron a cabo ensayos de resistencia a la compresión tanto en los grupos de control como en los grupos experimentales, abarcando tres intervalos de tiempo de curado: 7, 14 y 28 días. Durante estas pruebas, se recopilaron datos de todas las rupturas con el fin de someterlos a un análisis y procesamiento posterior.

Para concluir, una vez obtenidos los resultados, se procedió a verificar si la incorporación de la ceniza a los adoquines de concreto afectó de manera positiva o negativa a las propiedades físicas y mecánicas, como se detalla en el anexo 4.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos resultantes fueron analizados utilizando el software Microsoft Excel. Se procesaron los diversos conjuntos de datos recopilados durante los ensayos llevados a cabo a lo largo del desarrollo de la investigación.

Posterior a esto se realizaron el análisis comparativo de la varianza mediante el método ANOVA y Tukey de las muestras experimentales y las muestras patrón para determinar si el planteamiento de la investigación el cual es incorporar ceniza en la mezcla de concreto para un adoquín peatonal y determinar si esta incorporación ayuda a mejorar y aumentar las propiedades físicas y mecánicas del adoquín o por el contrario si esta afecta negativamente en dichas propiedades.

3.7. Aspectos éticos

Durante la ejecución de este proyecto de investigación, se siguieron los aspectos éticos establecidos en el Código de Ética de la Universidad César Vallejo bajo la resolución N° 0126-2017 y ley universitaria 30220.

Se enfatiza que no se manipularon las investigaciones de otros autores en beneficio de los investigadores involucrados

Beneficencia: este proyecto tiene su origen en ayudar y beneficiar a la población de nuevo Chimbote esto a través del desarrollo de este proyecto de investigación científica (Pellicer y Hernández, 2022. P. 3).

No maleficencia: Durante este proceso, nos aseguramos de manejar los datos revisados con precisión para evitar errores en la investigación, se citaron la información obtenida de otros investigadores para garantizar que el proyecto de investigación sea adecuado y preciso (Pachón, 2021, p.14)

Autonomía: Se considera la habilidad de tomar decisiones independientes, teniendo en cuenta ciertos aspectos legales y siguiendo las normas, estándares y protocolos establecidas por el MTC y NTP, para poder llevar a

cabo los intereses de la investigación de manera libre (Macazana Fernández, Dante [et al], 2022. P 8).

IV. RESULTADOS

En el desarrollo del proyecto se obtuvieron los siguientes resultados en el orden plantado de los objetivos específicos para dar la solución a la problemática expuesta

4.1. Componentes y propiedades de los materiales

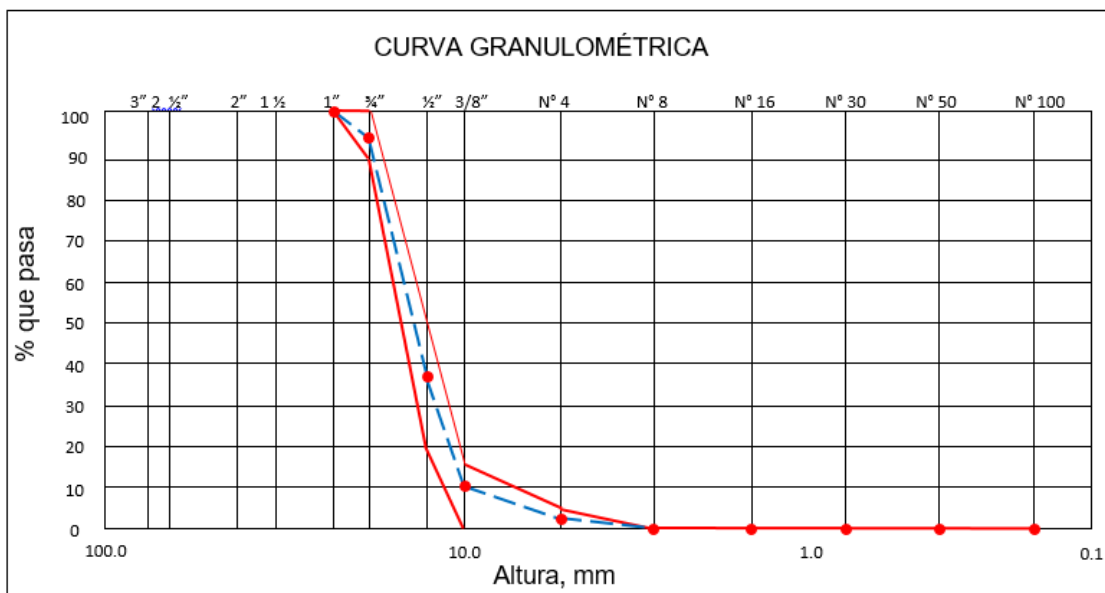
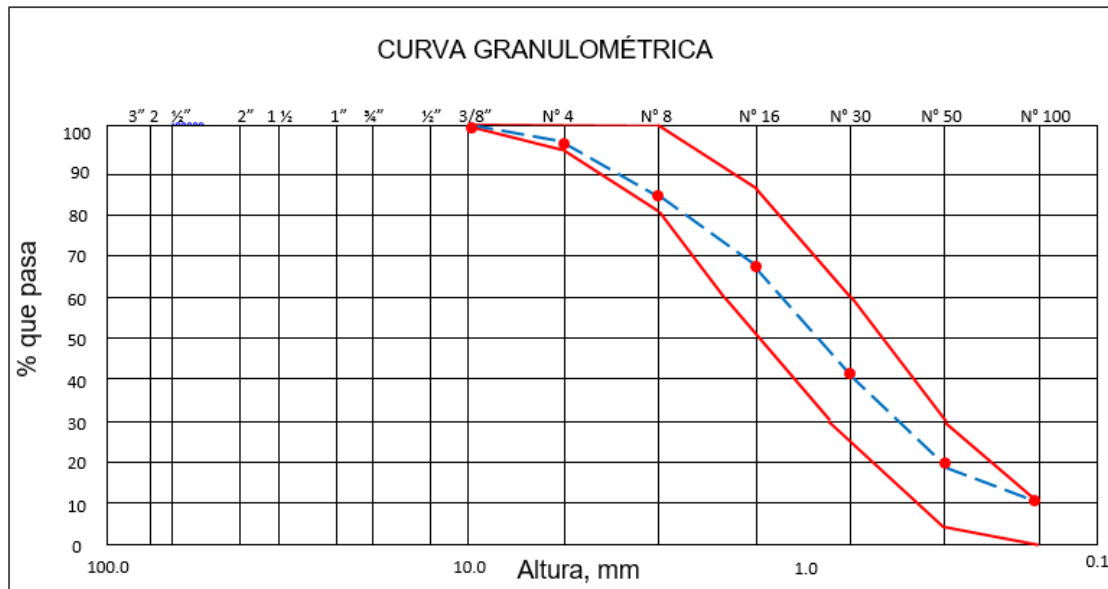


Gráfico 16. Ensayo granulométrico agregado grueso.

Interpretación: Como se puede apreciar en el gráfico, se empleó una muestra de 3546 gramos de material extraído de la cantera, con un módulo de fineza de 6.94 y un tamaño nominal de 3/4" (25 mm). Los resultados del análisis granulométrico son óptimos, ya que la curva granulométrica se ajusta perfectamente al diseño de la mezcla, sin superar los límites máximos de 12 mm ni los mínimos de 4.75 mm, como establece el MTC E204. Esto demuestra que se cumple con las especificaciones de la NTP 400.037, que requiere que el agregado sea retenido por el tamiz N° 4 (4.75 mm), tal como se evidencia en la figura.

Además, es importante destacar que el agregado no muestra reactividad con la sílice amorfa, lo que significa que, al mezclarse con los álcalis del cemento,



lo que significa que no alterará químicamente la mezcla al combinarse con los álcalis del cemento, evitando así expansiones significativas en el concreto.

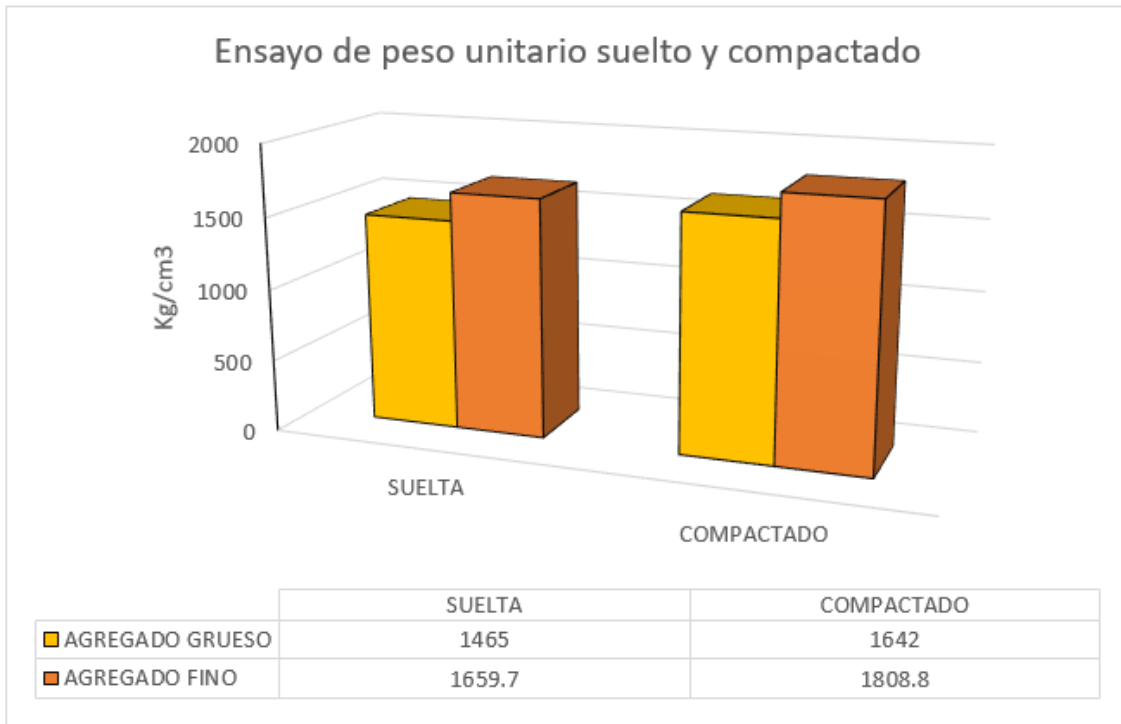


Gráfico 18. Peso unitario suelto y compactado.

Interpretación: En el gráfico se presentan los resultados del ensayo de peso volumétrico del agregado grueso, de acuerdo con las especificaciones del MTC E203. Para la determinación del peso unitario, se consideró un tamaño máximo nominal de la muestra de 37.5 mm o menos, y se encontró que la muestra de agregado grueso, con un tamaño nominal de 25 mm, se ajusta a estas condiciones. La desviación estándar, calculada a partir de tres ensayos con el mismo material, se mantiene en 40 kg/m³, cumpliendo así con el valor máximo nominal establecido para agregados de tamaño máximo nominal de 25 mm.

En el caso del agregado fino, que tiene un tamaño máximo nominal de 12.5 mm, la muestra también se encuentra dentro de los parámetros establecidos, con un tamaño nominal de 4.75 mm. La desviación estándar obtenida a partir de tres ensayos con el mismo material es de 40 kg/m³, lo cual cumple con los

valores establecidos para una medición en un recipiente de tamaño mediano de 2.8 litros. En resumen, los resultados de las muestras de materiales se ajustan a las especificaciones requeridas.

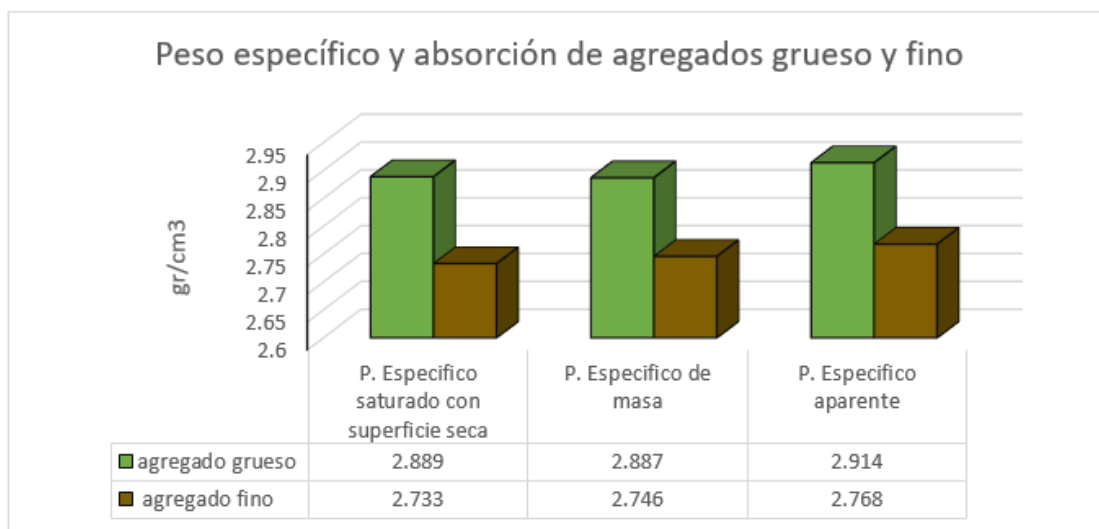


Gráfico 19. Peso específico y absorción del agregado grueso y fino.

Interpretación: Los resultados que se muestran en el gráfico cumplen con las pautas establecidas en el MTC E206 para el material grueso con un tamaño máximo nominal de 37.5 mm. En este caso, se empleó una muestra de 500 gramos que pasa a través del tamiz de ¾" (25 mm). Esta muestra se mantuvo sumergida durante 24 horas a una temperatura del agua de 23°C.

El peso específico del material resultó ser aproximadamente 0.01 cumpliendo en el peso específico en saturación, la masa y el peso aparente superaron las cifras establecidas en las especificaciones.

Los resultados del agregado fino que se presentan cumplen con las directrices establecidas en el MTC E205, que pasa a través del tamiz N° 4 (4.75 mm). En este caso, se utilizó una muestra de 500 gramos que se mantuvo sumergida durante 24 horas a una temperatura del agua de 23°C.

El peso específico del material resultó ser aproximadamente 0.01 cumpliendo en el peso aparente excedieron las cifras establecidas en las especificaciones.

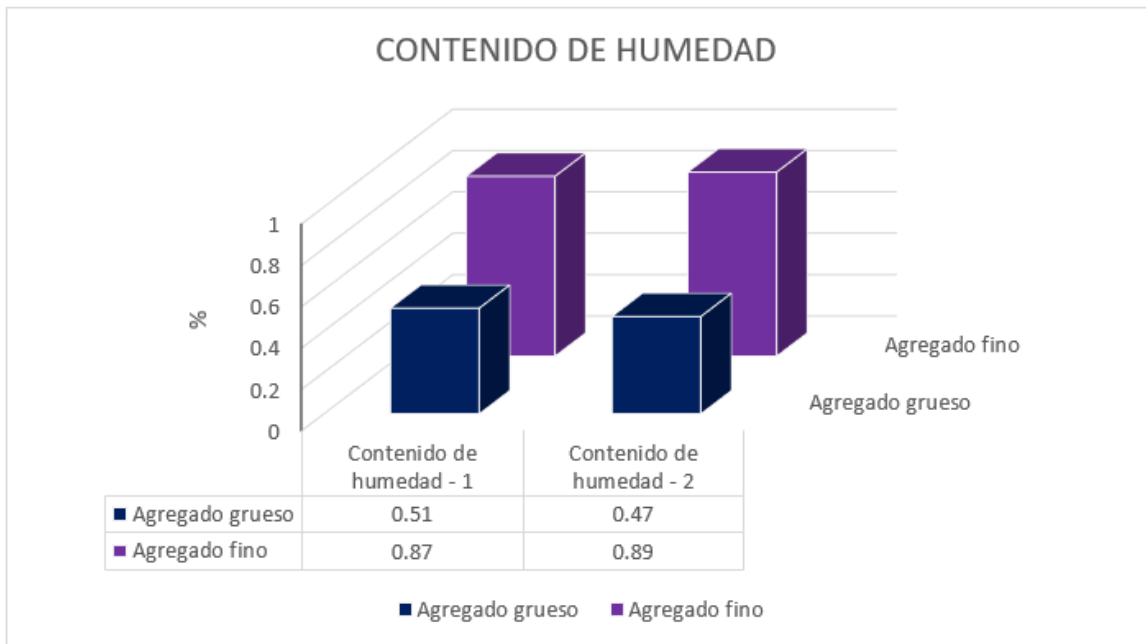


Gráfico 20. Contenido de humedad.

Interpretación: Como se puede apreciar en el gráfico, se muestran los resultados del ensayo de contenido de humedad tanto para el agregado grueso como para el agregado fino. El resultado del contenido de humedad del agregado grueso es de 0.49%, lo cual se encuentra dentro del rango establecido por el ASTM 4944, que especifica que la variación del contenido de humedad no debe exceder el 1.0%. De manera similar, el resultado del contenido de humedad para el agregado fino es del 0.88%, también cumpliendo con el rango establecido.

Es importante destacar que los contenidos de humedad de ambos materiales se encuentran dentro de los parámetros óptimos. En general, es común observar que el agregado fino tiende a retener un mayor porcentaje de humedad en comparación con el agregado grueso.

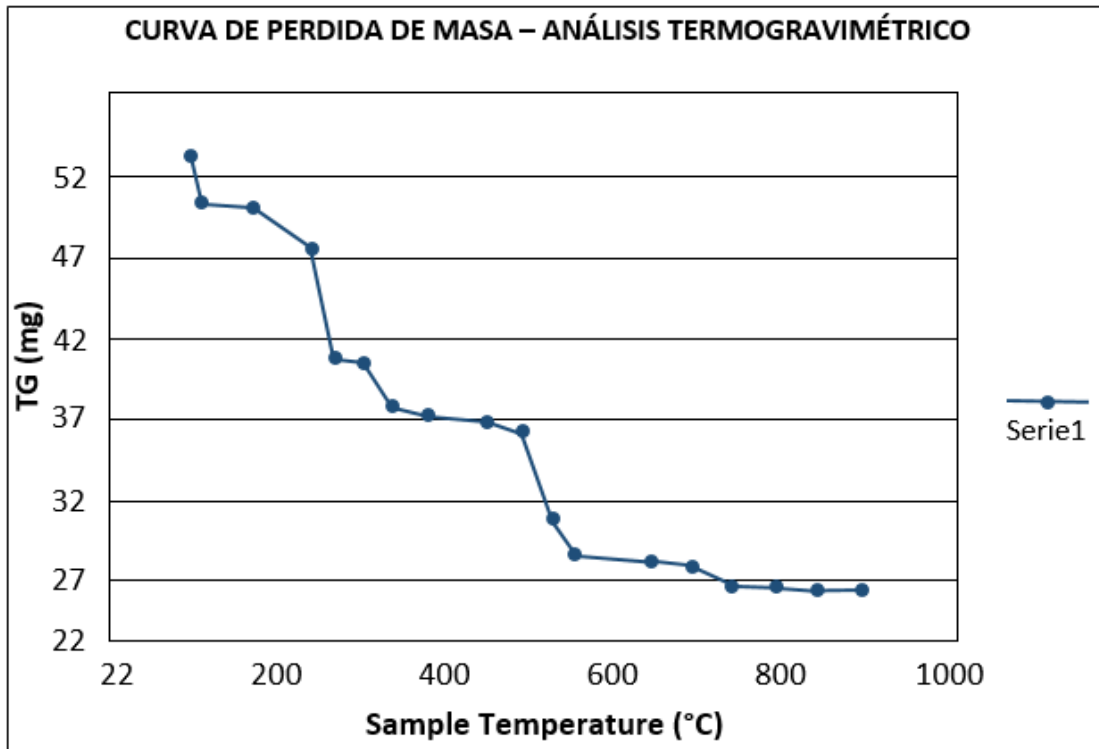


Gráfico 21. Análisis térmico simultáneo TGA y ATD.

Interpretación: Como se aprecia en el gráfico de la muestra de 1 kg de ceniza de cáscara de arroz, el análisis termogravimétrico revela una descomposición térmica a lo largo de la pérdida de masa en función de la temperatura. Se identifican dos zonas donde la pérdida de masa es más significativa: la primera se ubica en un rango de temperatura entre 170 y 350 °C, seguida de una segunda región, menos pronunciada, que se extiende desde 490 hasta 560 °C., la pérdida de masa se vuelve gradual. En total, el material perdió aproximadamente un 14% de su masa inicial al alcanzar la temperatura máxima del ensayo. Esta disminución se atribuye al hecho de que la cáscara de arroz se incineró en un horno de un ladrillero, lo que implica que no se tuvo un control total sobre el proceso de incineración de la muestra.

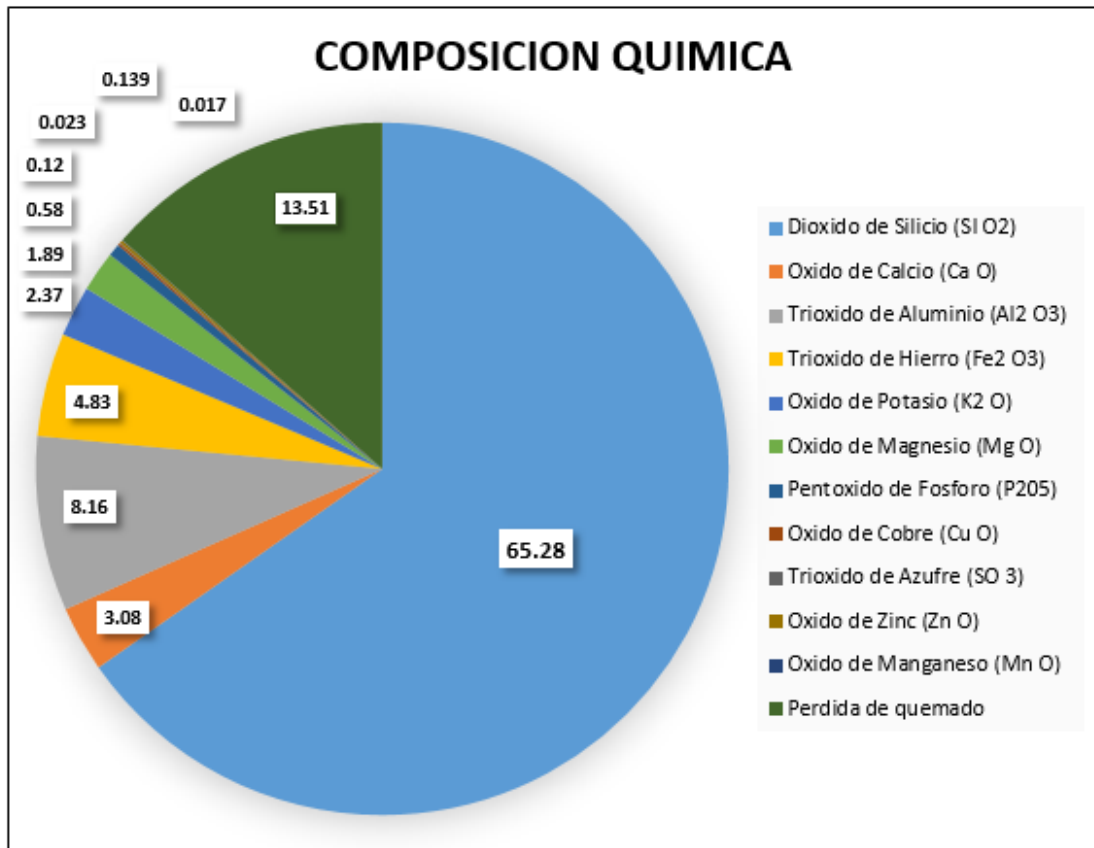


Gráfico 22. Composición química por espectro fluorescencia de rayos x.

Interpretación: Al realizar el análisis de la composición química de la ceniza de la cáscara del arroz (0.5058 gr), en comparación con el espectro de nuestra muestra y las energías características de los elementos de la tabla periódica, se identificaron principalmente sílice (Si), aluminio (Al) y hierro (Fe) en altos porcentajes. Sin embargo, se observó una disparidad: la cantidad de sílice obtenida es inferior a los valores previos, que oscilaban entre el 80% y el 90%. En el caso de la muestra analizada, se logró un porcentaje del 65.28% de sílice en la ceniza.

Además, se detectaron en menores proporciones calcio (Ca), potasio (K), fósforo (P), entre otros elementos. Estos resultados se atribuyen a que la temperatura máxima de incineración fue de 560 °C y a que la muestra estuvo en contacto con otros compuestos químicos presentes en el horno de la ladrillera.

4.2. Porcentaje de incorporación de ceniza de cascara de arroz.

Tabla 4. Incorporación de ceniza de cascara de arroz para doquines.

Porcentaje óptimo de incorporación de ceniza

		G.P 0%	G.E 2%	G.E 5%	G.E 7%
N	Válido	10	10	10	10
	Perdidos	0	0	0	0
Media		331,30	305,70	290,30	273,20
Mediana		333,00	305,50	288,00	273,50
Moda		324	305 ^a	282	263 ^a

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: En la tabla 4 tenemos se muestran resultados óptimos en el grupo control ya que el promedio de las ruptura de adoquines es de 331 kg/cm² y el 50% de los adoquines ensayados es menor o igual a la resistencia de 333 kg/cm² y la resistencia con mayor frecuencia de los adoquines ensayados es de 324 kg/cm² por lo tanto en relación a las especificaciones de la NTP 399.611 la incorporación óptima de ceniza para un adoquín de concreto es la de 0% ya que los grupos experimentales no llegaron a la resistencia de 320 kg/cm estimada.

4.3. Análisis de resistencia a la compresión de adoquines.

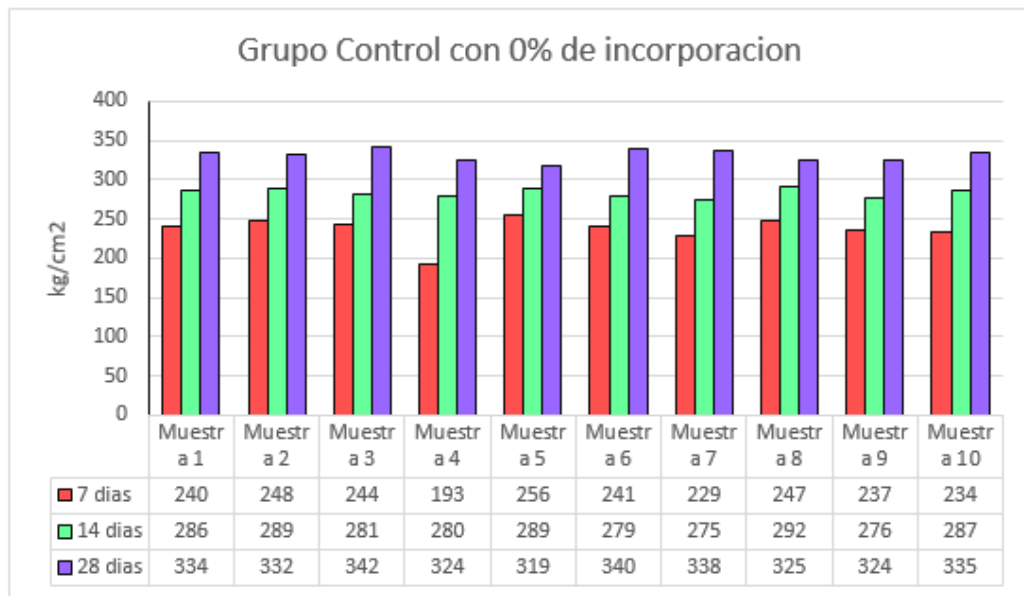


Gráfico 23. Ensayo resistencia a la compresión grupo patrón.

Interpretación: Los especímenes del grupo de control (patrón) fueron evaluados para determinar su resistencia a la compresión según la norma NTP 339.034. Estos ensayos se llevaron a cabo en concordancia con las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 399.611 para unidades de albañilería de adoquines de concreto utilizados en pavimentos urbanos, con una resistencia mínima requerida de 320 kg/cm².

Los resultados de las pruebas realizadas a los 7 días de curado revelaron un promedio de resistencia de 236.90 kg/cm². Además, se observó que el 50% de los adoquines ensayados presentaron una resistencia igual o menor a 240.50 kg/cm². Cabe destacar que la resistencia más frecuente encontrada fue de 237 kg/cm².

Estos resultados son significativos, ya que indican que todos los especímenes evaluados lograron superar el 70% de la resistencia estimada, cumpliendo así con los estándares establecidos por las normativas mencionadas anteriormente.

Los resultados de las pruebas realizadas a los 14 días de curado revelaron un promedio de resistencia de 283.40 kg/cm². Se observó que el 50% de los adoquines ensayados mostraron una resistencia igual o inferior a 283.50 kg/cm², y es importante señalar que la resistencia más comúnmente registrada fue de 289 kg/cm².

Estos resultados son sumamente significativos, ya que indican que todos los especímenes evaluados superaron el 90% de la resistencia estimada. Este cumplimiento demuestra que los adoquines cumplen con los estándares establecidos por las normativas mencionadas anteriormente.

Los resultados de las pruebas de compresión a los 28 días son excelentes, ya que el promedio de resistencia de los adoquines es de 331 kg/cm². Además, el 50% de los adoquines ensayados muestra una resistencia igual o inferior a 333 kg/cm², y la resistencia más frecuente registrada en los adoquines ensayados es de 324 kg/cm². Estos resultados demuestran que el grupo patrón no solo alcanzó, sino que también superó la resistencia estimada por la normativa para adoquines de concreto.

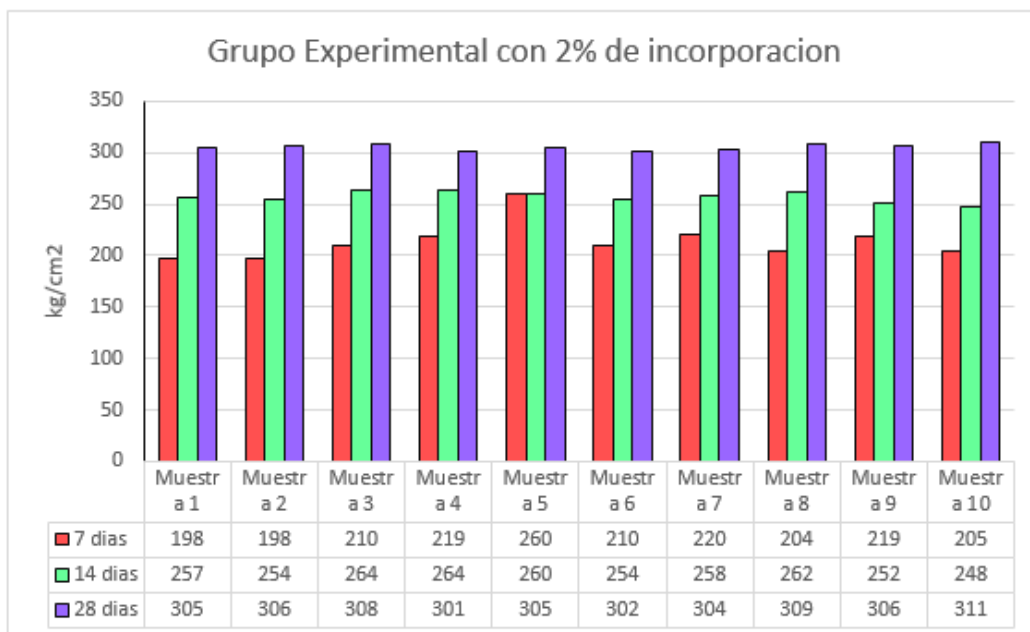


Gráfico 24. Ensayo resistencia a la compresión grupo experimental 1.

Interpretación: Los especímenes del grupo experimental 1 fueron evaluados para determinar su resistencia a la compresión según la norma NTP 339.034. Estos ensayos se llevaron a cabo en concordancia con las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 399.611 para unidades de albañilería de adoquines de concreto utilizados en pavimentos urbanos, con una resistencia mínima requerida de 320 kg/cm².

Los resultados de las pruebas realizadas a los 7 días de curado revelaron un promedio de resistencia de 214.30 kg/cm². Además, se observó que el 50% de los adoquines ensayados presentaron una resistencia igual o menor a 210 kg/cm². Cabe destacar que la resistencia más frecuente encontrada fue de 306 kg/cm². Estos resultados son bajos, ya que todos los especímenes evaluados no llegaron al 70% de la resistencia estimada en la norma anteriormente mencionada.

Los resultados de las pruebas realizadas a los 14 días de curado revelaron un promedio de resistencia de 257.30 kg/cm². Se observó que el 50% de los adoquines ensayados mostraron una resistencia igual o inferior a 257.50 kg/cm², y es importante señalar que la resistencia más comúnmente registrada fue de 254 kg/cm². Estos resultados no llegan a cumplir con la resistencia estimada del 90% de resistencia que tendría que tener en este tiempo de curado.

Los resultados de las pruebas de compresión a los 28 días se tiene un promedio de resistencia de 305.70 kg/cm². Además, el 50% de los adoquines ensayados muestra una resistencia igual o inferior a 305.50 kg/cm², y la resistencia más frecuente registrada en los adoquines ensayados es de 305 kg/cm². Estos resultados demuestran que el grupo experimental con 2% de ceniza no alcanzó la resistencia estimada por la normativa para adoquines de concreto.

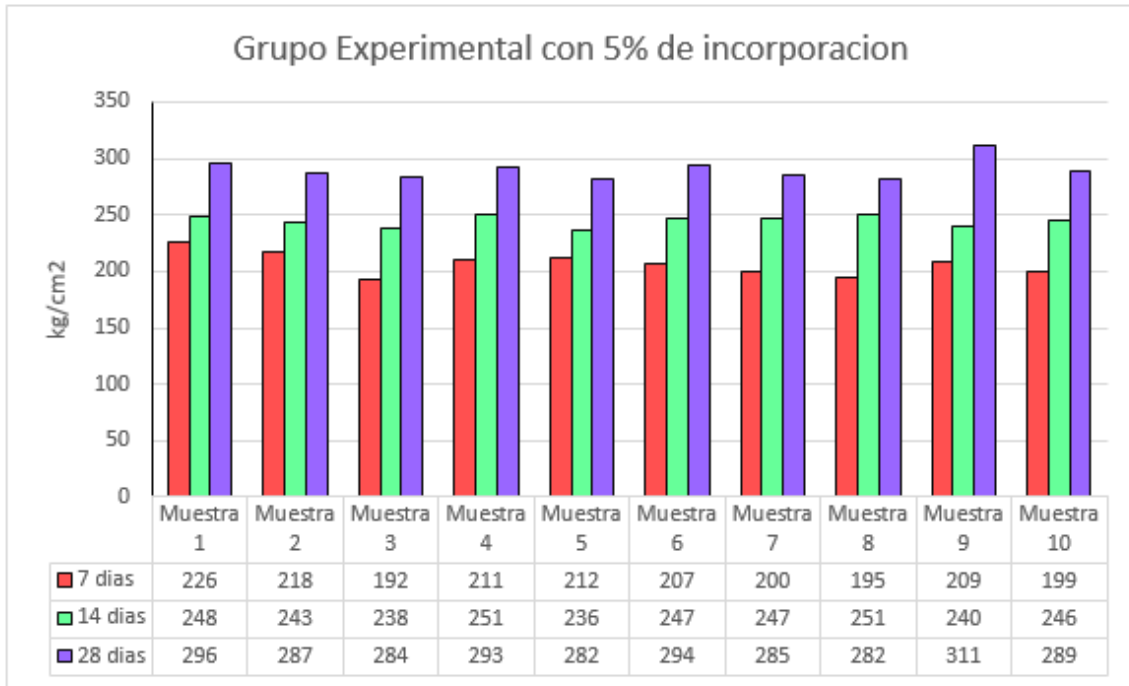


Gráfico 25. Ensayo resistencia a la compresión grupo experimental 2.

Interpretación: Los especímenes del grupo experimental 2 fueron evaluados para determinar su resistencia a la compresión según la norma NTP 339.034. Estos ensayos se llevaron a cabo en concordancia con las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 399.611 para unidades de albañilería de adoquines de concreto utilizados en pavimentos urbanos, con una resistencia mínima requerida de 320 kg/cm².

Los resultados de las pruebas realizadas a los 7 días de curado revelaron un promedio de resistencia de 206.90 kg/cm². Además, se observó que el 50% de los adoquines ensayados presentaron una resistencia igual o menor a 208 kg/cm². Cabe destacar que la resistencia más frecuente encontrada fue de 207 kg/cm². Estos resultados son bajos, ya que todos los especímenes evaluados no llegaron al 70% de la resistencia estimada en la norma anteriormente mencionada.

Los resultados de las pruebas realizadas a los 14 días de curado revelaron un promedio de resistencia de 244 kg/cm². Se observó que el 50% de los

adoquines ensayados mostraron una resistencia igual o inferior a 246 kg/cm², y es importante señalar que la resistencia más comúnmente registrada fue de 247 kg/cm². Estos resultados no llegan a cumplir con la resistencia estimada del 90% de resistencia que tendría que tener en este tiempo de curado.

Los resultados de las pruebas de compresión a los 28 días se tiene un promedio de resistencia de 290 kg/cm². Además, el 50% de los adoquines ensayados muestra una resistencia igual o inferior a 288 kg/cm², y la resistencia más frecuente registrada en los adoquines ensayados es de 282 kg/cm². Estos resultados demuestran que el grupo experimental con 5% de ceniza no alcanzó la resistencia estimada por la normativa para adoquines de concreto.

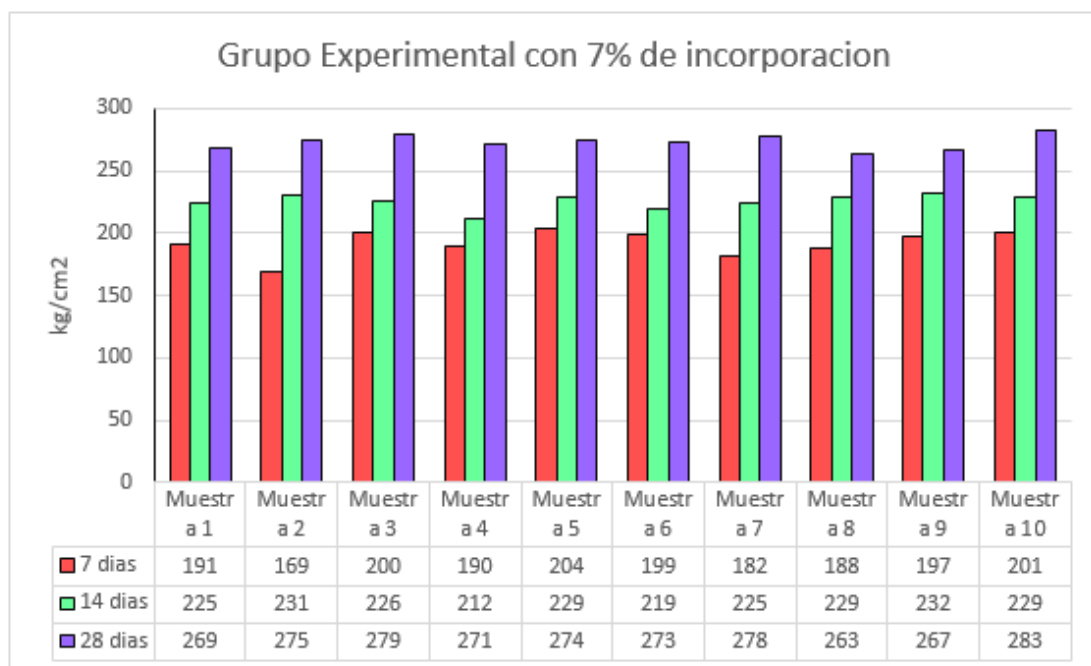


Gráfico 26. Ensayo resistencia a la compresión grupo experimental 3.

Interpretación: Los especímenes del grupo experimental 3 fueron evaluados para determinar su resistencia a la compresión según la norma NTP 339.034. Estos ensayos se llevaron a cabo en concordancia con las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 399.611 para unidades de albañilería de adoquines de concreto utilizados en pavimentos urbanos, con una resistencia mínima requerida de 320 kg/cm².

Los resultados de las pruebas realizadas a los 7 días de curado revelaron un promedio de resistencia de 192 kg/cm². Además, se observó que el 50% de los adoquines ensayados presentaron una resistencia igual o menor a 194 kg/cm². Cabe destacar que la resistencia más frecuente encontrada fue de 169 kg/cm². Estos resultados son bajos, ya que todos los especímenes evaluados no llegaron al 70% de la resistencia estimada en la norma anteriormente mencionada.

Los resultados de las pruebas realizadas a los 14 días de curado revelaron un promedio de resistencia de 225 kg/cm². Se observó que el 50% de los adoquines ensayados mostraron una resistencia igual o inferior a 227 kg/cm², y es importante señalar que la resistencia más comúnmente registrada fue de 229 kg/cm². Estos resultados no llegan a cumplir con la resistencia estimada del 90% de resistencia que tendría que tener en este tiempo de curado.

Los resultados de las pruebas de compresión a los 28 días se tiene un promedio de resistencia de 273 kg/cm². Además, el 50% de los adoquines ensayados muestra una resistencia igual o inferior a 273 kg/cm², y la resistencia más frecuente registrada en los adoquines ensayados es de 263 kg/cm². Estos resultados demuestran que el grupo experimental con 7% de ceniza no alcanzó la resistencia estimada por la normativa para adoquines de concreto.

4.4. Comparación de resistencia a la compresión de adoquines sin y con incorporación de ceniza.

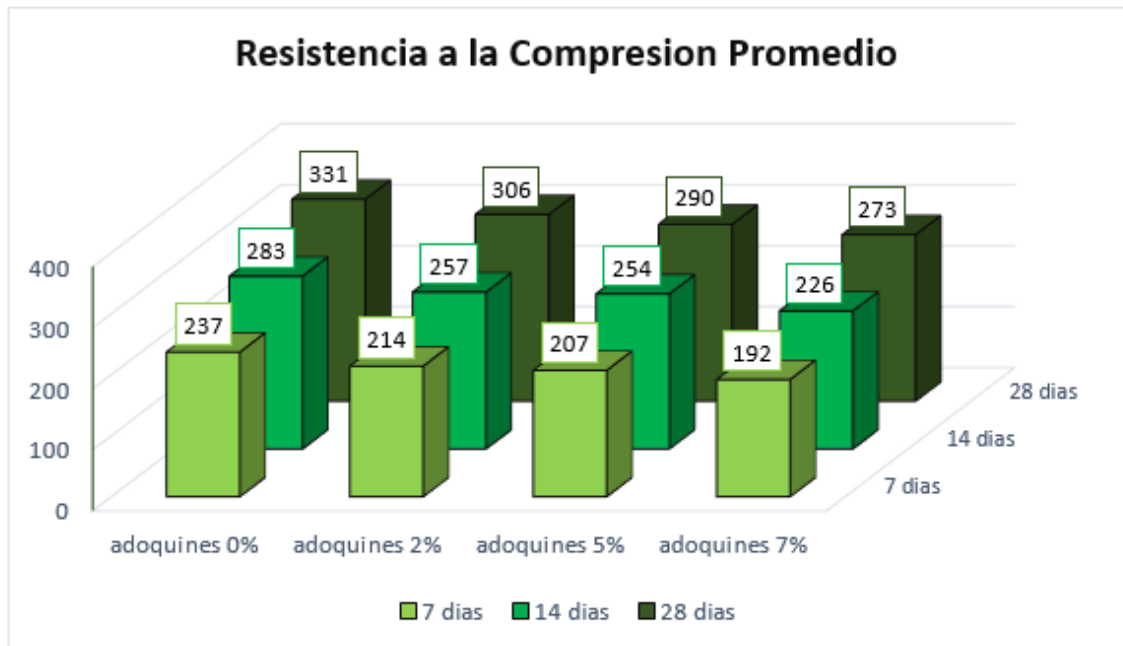


Gráfico 27. Comparación de porcentaje resistencia a la compresión.

Interpretación: Como se puede apreciar en el gráfico se presentan los resultados de las rupturas de los grupos de adoquines, tanto del grupo patrón como de los experimentales. Es notable que el grupo patrón superó la resistencia estimada de 320 kg/cm², alcanzando un promedio de 331 kg/cm² (103.47%). En cambio, el primer grupo experimental, que incorporó un 2% de ceniza, no logró superar la resistencia esperada; de hecho, la resistencia disminuyó, alcanzando solo el 95.62% de la resistencia esperada después de 28 días de curado. El segundo grupo con 5% de ceniza tuvo resultados similares; la resistencia a la compresión no mejoró y alcanzó solo el 90.62% de la esperada en el mismo período de curado. Igual situación ocurrió con el grupo experimental 3 con 7% de ceniza, cuya resistencia disminuyó al 85.31% de la resistencia esperada en el mismo período de tiempo.

4.5. Análisis estadístico de contrastación de las hipótesis.

Con el fin de cumplir con el objetivo principal del estudio, se utilizó un análisis estadístico que determinaría si las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto mejoraron al incorporar ceniza en diferentes proporciones. Antes de llevar a cabo la prueba correspondiente, se realizaron pruebas preliminares para decidir si se aplicaría un enfoque paramétrico o no paramétrico.

Prueba ANOVA

Hipótesis para ANOVA

- H_0 : los grupos son iguales.
- H_1 : No todas los grupos son iguales.

Tolerancia:

- $\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba:

Tabla 5. Análisis de varianza de hipótesis.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	15345.1667	2	7672.58333	15.0516593	0.001346263	4.256494729
Dentro de los grupos	4587.75	9	509.75			
Total	19932.9167	11				

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: Estadísticamente, se observa que la hipótesis nula ($F_0 > F_{\alpha, K-1, N-K}$) es rechazada, lo que lleva a la conclusión de que los grupos patrón y experimentales no son todos idénticos. Al rechazarse la hipótesis nula en la prueba de ANOVA, se procederá a aplicar la prueba estadística de Tukey para identificar las diferencias significativas presentes en las muestras del estudio.

V. DISCUSIÓN

En esta sección, se presenta una revisión de la literatura pertinente para nuestro estudio, centrada en las contribuciones de diversos autores que han abordado el tema de nuestra investigación desde distintas perspectivas. Nuestro objetivo es contextualizar nuestro trabajo en el marco teórico existente y contrastar nuestras hipótesis con los descubrimientos previos.

Aceptamos la hipótesis nula planteada, ya que el valor de significancia en la prueba ANOVA es mayor que 0.05, por lo tanto, no existe evidencia suficiente para sostener que la adición de CCA al 2%, 5% y 7% mejora las propiedades físicas y mecánicas del adoquín.

En el estudio de Medina (2020, p.53), se realizó un análisis granulométrico del agregado grueso utilizando un tamaño nominal de 3/4 de pulgada. Se observó que un porcentaje significativo de material quedó retenido en el tamiz de 3/8", lo que resultó en que su curva granulométrica excediera el límite máximo de 12 mm. Similarmente, a la investigación de Medina, en esta se empleó un agregado de tamaño nominal de 3/4 de pulgada. En este caso, la mayoría del material retenido se encontraba en los tamices N°4 y N°8, generando una curva granulométrica óptima que cumplió tanto con los límites máximos de 12 mm como con los mínimos de 4.75 mm, según las especificaciones del MTC E204. La disparidad en los resultados en ambas investigaciones, a pesar de utilizar el mismo tamaño nominal para las muestras.

En el mismo estudio realizado por Medina (2020, p. 54), se llevó a cabo el análisis granulométrico del agregado fino con un tamaño máximo de 4.75 mm y un módulo de fineza de 2.05, utilizando tamices desde 3/4 hasta el tamiz n.º 100. Los resultados fueron óptimos, ya que la curva granulométrica se ajustaba dentro de los parámetros máximos y mínimos requeridos, lo que resultó en un agregado ideal para el diseño de la mezcla. En esta investigación se obtuvieron similares resultados ya que se empleó un tamaño nominal de 4.75 mm para el agregado fino con un módulo de fineza de 2.82. En las pruebas realizadas, se obtuvo una curva

granulométrica que también cumplía con los parámetros máximos y mínimos establecidos por el MTC E204, lo que indicó que este agregado fino era adecuado para el diseño de mezcla sin exceder los límites establecidos.

En la investigación de Cabeza y Morillo (2018, p.28), se propuso el diseño de un adoquín de concreto tipo 2 utilizando ceniza de cáscara de arroz. En su investigación, llevaron a cabo la quema de la cáscara de arroz al aire libre a una temperatura de 600 °C durante 2 horas, con el objetivo de eliminar los materiales orgánicos. Este proceso resultó en un contenido de sílice del 86.5%. En contraste, en la investigación mencionada, la cáscara de arroz se redujo a ceniza mediante la incineración en un ambiente confinado, específicamente en un horno de una ladrillera, a una temperatura que oscilaba entre 500 y 600 °C durante un día. Este proceso dio como resultado un contenido de sílice del 65.28%. Aunque ambas investigaciones utilizaron la misma temperatura, la diferencia en el porcentaje de sílice podría atribuirse al variado tiempo de incineración de las muestras.

En el estudio realizado por Pérez (2017, p. 21), se exploró la aplicación de residuos agroindustriales, específicamente la cáscara de arroz, a través de un proceso de combustión controlada para convertirla en cenizas. En este proceso, se logró obtener ceniza con un contenido de sílice amorfa (SiO_2) del 29.38%. Esta ceniza fue tamizada usando el tamiz N° 200 para su posterior incorporación en la mezcla de concreto. A diferencia de la investigación de Pérez, el proceso de obtención de la ceniza para esta investigación implicó la incineración de la cáscara de arroz en un horno de una ladrillera. Posteriormente, el material se redujo a ceniza fue extraído y sometido a un análisis químico, revelando un contenido de sílice amorfa (SiO_2) del 65.28%. Además, se identificaron otros componentes como calcio (Ca) con un 3.08%, potasio (K) con un 2.37%, trióxido de aluminio (Al_2O_3) con un 8.16%, entre otros. Esta ceniza también fue tamizada utilizando el tamiz N° 200 para su integración en la mezcla de concreto en diferentes proporciones. Es crucial destacar que las diferencias significativas en los porcentajes de componentes en las cenizas se deben a los distintos métodos de obtención empleados en ambas investigaciones, a pesar de que el material de partida fuera el mismo (cáscara de arroz).

De acuerdo a la investigación de Medina (2020, p. 69), busco determinar la influencia de la ceniza en un adoquín de tipo 1, reemplazando parcialmente el cemento por ceniza en tres porcentajes (2%, 7% y 11%) y ninguno de las dosificaciones llego a superar la resistencia del del patrón y por tanto no cumpliendo con la resistencia mínima de 320 kg/cm²; al igual que la investigación ya dicha, se buscó mejorar la resistencia de los adoquines de tipo 1 pero con la diferencia que en este caso se incorpora la ceniza, y también se empleó tres porcentajes de incorporación (2%, 5% y 7%) los cuales ninguna de las tres dosificaciones superaron la resistencia del grupo patrón por lo que ambos resultados de ambas investigaciones tiene el mismo resultado, que no se encontró la dosificación optima al incorporar o sustituir el cemento por ceniza.

En cuanto a las propiedades mecánicas, tras un período de curado de 7 días, los adoquines patrón promediaron una resistencia de 226.33 kg/cm². Para el adoquín con una adición del 7%, se logró una resistencia media de 246.47 kg/cm², mientras que el segundo adoquín, con un 12% de adición, alcanzó los 216.33 kg/cm². Por último, el adoquín con una adición del 21% alcanzó una resistencia de 192 kg/cm². Destaca que solo el adoquín con un 7% de adición superó la resistencia estimada del 70% (224 kg/cm²) (Paucar, 2021, p.78). En esta investigación, se observaron resultados diferentes, ya que solo el grupo patrón alcanzó la resistencia esperada de 247 kg/cm². El primer grupo experimental, con una adición del 2%, alcanzó una resistencia de 214 kg/cm², mientras que el segundo grupo experimental llegó a 206 kg/cm². Por otro lado, el tercer grupo experimental alcanzó una resistencia de 192 kg/cm². Ambas investigaciones utilizaron tres dosificaciones, aunque con porcentajes diferentes. En el estudio de Paucar, el primer grupo experimental tenía un 7% de adición, mientras que, en la presente investigación, este porcentaje se utilizó para la tercera dosificación. Sin embargo, a diferencia de la primera investigación, en este caso no se logró alcanzar la resistencia esperada con el mismo porcentaje de adición. Esto podría deberse a las diferencias en la composición química del material, especialmente en el porcentaje de sílice amorfa. En la misma investigación de Paucar (2021, p. 79), para la resistencia a la compresión, tras un período de curado de 14 días, los adoquines patrón

promediaron una resistencia de 283.33 kg/cm². Para el adoquín con una adición del 7%, se logró una resistencia media de 293.33 kg/cm², mientras que el segundo adoquín, con un 12% de adición, alcanzó los 238.33 kg/cm². Por último, el adoquín con una adición del 21% alcanzó una resistencia de 208 kg/cm². Destaca que solo el adoquín con un 7% de adición superó la resistencia estimada del 90% (288 kg/cm²). De igual manera como se evidencio en el primer tiempo de curado para los 14 días el grupo patrón alcanzo la resistencia de 283 kg/cm², para el grupo experimental con una adición del 2%, alcanzó una resistencia de 257 kg/cm², mientras que el segundo grupo experimental llegó a 244 kg/cm². Por otro lado, el tercer grupo experimental alcanzó una resistencia de 225 kg/cm². Se observa que el primer grupo experimental en la investigación de Paucar alcanzó la resistencia esperada, a diferencia de nuestro tercer grupo experimental, que tenía el mismo porcentaje de adición, pero logró una resistencia considerablemente inferior al que se esperaba durante el período de curado estimado. Es relevante destacar que, ninguno de los grupos experimentales logró alcanzar la resistencia esperada; solo el grupo patrón logró cumplir con este criterio.

Según Paucar (2021, p. 79), después de un período de curado de 28 días, los adoquines patrón alcanzaron una resistencia promedio de 317.17 kg/cm². Para el adoquín con una adición del 7%, se logró una resistencia media de 347.27 kg/cm², mientras que el segundo adoquín, con un 12% de adición, alcanzó los 298.19 kg/cm². Por último, el adoquín con una adición del 21% mostró una resistencia de 254.55 kg/cm². Es importante señalar que solo el adoquín con un 7% de adición superó la resistencia estimada del 100% (320 kg/cm²). A los 14 días, el grupo patrón alcanzó una resistencia de 331 kg/cm², mientras que el grupo experimental con un 2% de adición logró 305 kg/cm². Por otro lado, el segundo grupo experimental alcanzó los 290 kg/cm², y el tercer grupo experimental mostró una resistencia de 273 kg/cm². Resulta evidente que el primer grupo experimental en la investigación de Paucar cumplió con la resistencia esperada, a diferencia de nuestro tercer grupo experimental, que tenía el mismo porcentaje de adición, pero mostró una resistencia considerablemente inferior durante el período de curado estimado.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró determinar los componentes y propiedades de los materiales que intervinieron en la preparación de los adoquines de concreto tipo 1, teniendo los resultados obtenidos del análisis granulométrico de las muestras de los agregados extraído de la cantera son satisfactorios, La curva granulométrica se ajusta perfectamente al diseño de la mezcla, cumpliendo con los requisitos establecidos por el MTC E204, que especifica límites máximos y mínimos para el tamaño de las partículas. También obteniendo resultados óptimos en los otros ensayos que se sometieron a los agregados como peso específico, contenido de humedad, etc. En lo que respecta los resultados obtenidos de los ensayos realizados a la ceniza de la cascara del arroz, se logró una incineración de la muestra a una temperatura de 600 °C, lo que nos dio como resultado un porcentaje de 65.285 de contenido de sílice amorfa y otros compuestos en menor cantidad.
2. Además, se determinar el porcentaje adecuado de incorporación de CCA, cuya dosificación óptima para la incorporación de ceniza en la mezcla de concreto no se alcanzó en ninguno de los tres porcentajes evaluados: 2%, 5% y 7%. En todos estos casos, los adoquines no lograron mejorar la resistencia establecida por la normativa; de hecho, se observó una disminución en la resistencia a medida que aumentaba la proporción de ceniza incorporada.
3. Se analizaron la resistencia de los cuatro grupos de estudio, se obtuvieron resultados óptimos en los tres periodos de curado para el grupo control, alcanzando una resistencia promedio de 331 kg/cm² a los 28 días. En contraste, el primer grupo experimental no logró alcanzar la resistencia establecida por la norma de 320 kg/cm²; de hecho, disminuyó en un 5%. Similarmente, el segundo grupo experimental no logró alcanzar la resistencia y disminuyó en un 10%, mientras que el tercer grupo experimentó una disminución del 15%. En resumen, solo el grupo control logró mejorar la resistencia de los adoquines.

4. Al llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados del grupo patrón y los grupos experimentales con diferentes porcentajes de incorporación de ceniza, se observó que en ninguno de los tres casos las resistencias superaron la del adoquín patrón. A pesar de esta disminución en la resistencia, los resultados referentes a la absorción y tolerancia dimensional fueron óptimos. Por lo tanto, aunque no se descarta por completo la incorporación de ceniza, es necesario tener en cuenta estos hallazgos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Las siguientes recomendaciones están destinadas a los estudiantes de ingeniería civil y/o arquitectura que buscan orientar su investigación hacia empleando ceniza como aditivo natural para mejorar las propiedades de los adoquines o, en términos generales, para cualquier tipo de diseño de concreto, ya sea simple o armado.
2. Se recomienda llevar a cabo una investigación de las canteras presentes en la zona de estudio para la obtención de agregados. El propósito de esta investigación es identificar la cantera más idónea, asegurando que los agregados obtenidos no reaccionen con la sílice amorfa. Esta reacción, al mezclarse con los álcalis del cemento, podría dar lugar a expansiones excesivas. Para la incineración de la cascara de arroz es más eficiente realizarlo en un horno de mufla que alcanza la temperatura de 3000°C esto para obtener un porcentaje más elevado de sílice en la ceniza.
3. Se sugiere no exceder el 10% de incorporación de ceniza, dado que la investigación reveló que, a menor porcentaje de incorporación, la pérdida de resistencia es menor. Esto se atribuye, en parte, a la condición de que la ceniza debe contener un alto porcentaje de sílice.
4. Para áreas con elevados niveles de humedad y presencia de salitre, se aconseja la utilización de adoquines de este tipo con adición de ceniza, ya que a evaluación de los ejemplares reveló que absorben significativamente menos humedad y presentan una resistencia destacada frente al salitre característico del lugar de estudio.
5. Es necesario continuar explorando a fondo los distintos elementos que podrían obstaculizar el logro de la resistencia óptima al incorporar este material reciclado, como la ceniza de cascara de arroz. Además, se podría considerar la posibilidad de complementarlo con un aditivo para mejorar aún más su rendimiento y aplicabilidad.

REFERENCIAS

GALINDO, Héctor. Estadística para no estadísticos una guía básica sobre la metodología cuantitativa de trabajos académicos. Alcoy (alicante): Área de Innovación y Desarrollo, S.L, 2020. 144 pp.

ISBN: 978-84-121459-3-9

ÁLVAREZ, Aldo. Clasificación de las investigaciones. Lima: Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Carrera de Negocios Internacionales, 2020. 230 pp.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12724/1>

SÁNCHEZ, Diana. Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. 9.^a ed. TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 2022, 02 pp.

Disponible: <https://doi.org/10.29057/estr.v9i17.7928>

SSN: 2007-7629

MEDINA, María y VERDEJO, Ada. Validity and reliability in student learning evaluation throughout active methodologies. 15.^aed. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2020, 15 pp.

Disponible: <https://doi.org/10.17163/alt.v15n2.2020.10>

ISSN 1390-8642

INEI. Producción de arroz cáscara alcanzó 220 mil toneladas y aumentó en 5,0% durante enero de 2023 [en línea]. Nota de prensa: Lima, Perú, 6 de marzo de 2023. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-arroz-cascara-alcanzo-220-mil-toneladas-y-aumento-en-50-durante-enero-de-2023-14320/>

PÉREZ Alarcón, Cristian. Elaboración de adoquines de concreto, empleando cenizas de biosólido como material sustituyente de materia prima. Tesis (Título de ingeniería civil). Tunja: Universidad Santa Tomás de Aquino, 2017. 93 pp.

LLAGUNO Perero, Charles. análisis del desempeño de un adoquín peatonal utilizando fibra del tallo de la caña de azúcar y cascarilla del arroz. Tesis (Titulo de ingeniería civil). Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte, 2023. 70 pp.

PÉREZ, Alan y PULLAS, Jorge. Diseño de hormigón hidráulico para adoquín vehicular de alta resistencia utilizando arena volcánica, fibra de acero y PET. Tesis (Titulo de ingeniería civil). Ecuador: Universidad Laica Vicente Rocafuerte, 2022. 86 pp.

RESTREPO, Yennifer y AYA, José. propuesta para la fabricación de adoquines en mortero mezclados con cascarilla de arroz para uso en la construcción de la ciudad de Girardot en el departamento de Cundinamarca. Tesis (Titulo de ingeniería civil). Cundinamarca: Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2018. 113 pp.

MEDINA Vilchez, Deyla. Influencia de la ceniza paja de arroz y plástico reciclado (PET) en los comportamientos mecánicos en adoquines de concreto para tránsito peatonal. Tesis (Titulo de ingeniería civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 141 pp.

CABEZA, Jhon y MORILLO, Alan. Diseño de adoquines de concreto para pavimento tipo II con incorporación de cenizas de cascarilla de arroz. Tesis (Titulo de ingeniería civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 148 pp.

PAUCAR Mondragon, Luis. Evaluación de propiedades físico-mecánicas en adoquines con adición de valva de concha de abanico para uso peatonal. Tesis (Titulo de ingeniería civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2021. 152 pp.

DOMINGUEZ, Maryorie y FERNÁNDEZ, Cecilia. Propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimento al sustituir el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5%. Tesis (Titulo de ingeniería civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 199 pp.

NOVOA, Martha, BECERRA, Luisa y VÁSQUEZ, María. La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero. Tesis (Título de ingeniería civil). Bogotá: Universidad Libre Bogotá, 2016. 10 pp.

ZAMBRANO, Carlos, ANDRADE, Mariela y CARREÑO, Washington. Factors that affect the productivity of rice growing in los Rios Province. Revista universidad y sociedad, (11): 15, septiembre 2019.

Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000500270

ISSN 2218-3620

ARÉVALO, Andy y LÓPEZ, Luis. Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Loreto: Universidad nacional de san martín, 2020. 209 pp.

EMPLEO de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos por Pérez Machado, Lilisvet [et al]. Cuba: Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería. (16): 1-13, 2022.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193971847007>

ISSN: 1990-8830

ANÁLISIS comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto por Ruiz, Andrés [et al]. Colombia: Revista sostenible, tecnología y humanismo. (11) 1-17, 2020.

Disponible: <https://doi.org/10.25213/2216-1872.51>

JIMÉNEZ, Ledys. Impacto de la investigación cuantitativa en la actualidad, 4 (53) 59–68, enero de 2020.

Disponible: <https://doi.org/10.53592/convtech.v4i1V.35>

DELGADO, José. La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores, 5 (2) Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, 2021.

Disponible: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.476

RODRÍGUEZ, Anyi y TIBABUZO, María. Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico. Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Villavicencio: Universidad Santo Tomás Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 63 pp.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/11634/15589>

PLAZAS, Seidel y GAMBA, Gustavo. Caracterización de las propiedades mecánicas de adoquines de concreto con adición de ceniza de cascara de arroz. Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnología Ingeniería Civil, 2017. 114 pp.

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology [en línea]. Vol. 35. (1):227-232, 2017. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

ISSN: 0717-9502

Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado por Mucha Hospinal, Florencio [et al]. Septiembre 2021, n.o1. [Fecha de consulta: 5 de junio de 2023].

Disponible: <https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>

ISSN: 2307-6100

HERNÁNDEZ, Osvaldo. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral [en línea]. Vol. 35, 2021 n.o3. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2023].

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002

ISSN 1561-3038

HERNANDEZ, Sandra y DUANA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA. Vol 9 (17): 12-5, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
ISSN: 2007-4913

LAPA, Jordy. Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto. Tesis (grado de título profesional de ingeniería). Huancayo: Universidad Continental - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2020. 302 pp.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7710>

PELLICER, Eduard y HERNÁNDEZ, Soraya. De la beneficencia a la ciencia, de la moral a la ética al. Revista iberoamericana de bioética [en línea]. Marzo 2022, n.º 18. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.14422/rib.i18.y2022.003>
ISSN: 2529-9573

PACHÓN, Luz. La importancia de la no maleficencia en la Praxis clínica. Tesis (grado de maestría en bioética). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana Instituto De Bioética, 2021. 68 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.56400>

Evaluación autentica y autonomía estudiantil por Macazana Fernández, Dante [et al]. Universidad y Sociedad [en línea]. Abril 2022, n.º 14. [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2780>
ISSN: 2218-3620

ANEXOS

ANEXO 1. **Tabla 6.** Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	NIVEL DE MEDICIÓN (ESCALA)
VARIABLE INDEPENDIENTE: Ceniza de cascarilla de arroz	Ceniza de cascara de arroz es el resultado de la incineración de la cascara de la vaina que recubre al arroz, para obtener el concertaje óptimo de sílice en la ceniza se debe tener en cuenta el grado y el tiempo de incineración que son al redor de 500 a 600 °C (Rodríguez y Tibabuzo, 2022, p. 40).	Se recolecta la cascara de arroz en el molino, se selecciona y limpia la cascara para su posterior incineración a una temperatura de 400 °C en un tiempo de una hora y media para la obtención del porcentaje de sílice adecuado, luego se recoge y se pasa por el tamiz N° 100 para que este material se agregue en la mezcla de concreto en los tres porcentajes sugeridos (5%, 7% y 10%).	Selección de la muestra	Incineración de la muestra	Razon
				Oxido de silice	
				Módulo de fineza	
				Peso especifico	
			Dosificación	5% de incorporacion	Razon
				7% de incorporacion	
				10% de incorporacion	

VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades físico – mecánicas del adoquín	Las propiedades físicas y mecánicas son la determinación de las características y propiedades físicas y químicas de su estructura interno, como dimensiones y resistencia a esfuerzos como compresión, flexión, abrasión y adsorción (Lapa, 2020, p.25).	Se procederá a ensayar las propiedades físicas y mecánicas de los especímenes de adoquines con incorporación de CCA.	Propiedades físicas	Absorción	Razón
				Tolerancia dimensional	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la abrasión	Nominal
				Resistencia absorción	
Resistencia a la compresión					

Tabla 7. Tabla de Consistencia.

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE
<p>“Evaluación de propiedades físicas-mecánicas en adoquines de concreto tipo I con incorporación de ceniza de cascara de arroz, Chimbote – Ancash, 2023”</p>	<p>problema general: ¿Cómo influirá en las propiedades físicas-mecánicas del adoquín de concreto tipo 1 al incorporar ceniza de cascara de arroz Chimbote, Ancash, 2023?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Los componentes y propiedades de los materiales afectaran a la mezcla del concreto del adoquín? - ¿Cuál será el porcentaje óptimo de incorporación de CCA para el adoquín de concreto tipo 1? - ¿El adoquín con incorporación de CCA será mejor en comparación de uno convencional? 	<p>objetivo general: Evaluar la influencia en las propiedades físicas-mecánicas al incorporar cenizas de cascara de arroz en adoquines de concreto tipo 1, Chimbote - Ancash, 2023.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar los componentes y propiedades de los materiales que van intervenir en la preparación de los adoquines de concreto tipo 1. - Determinar el porcentaje adecuado de incorporación de CCA para un adoquín de concreto tipo 1 bajo la norma NTP 399.611. - Analizar los porcentajes de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto tipo 1 con incorporación de CCA. - Analizar y comparar los resultados obtenidos de los adoquines patrón y con incorporación de ceniza, con el fin de presentar una alternativa viable para la elaboración de adoquines de concreto con incorporación de aditivos naturales. 	<p>Hipótesis general: Al incorporar ceniza de cascara de arroz influye de manera positiva en las propiedades físicas-mecánicas de un adoquín tipo 1, Chimbote – Ancash, 2023.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las propiedades de la ceniza de cascara de arroz y de los agregados mejoraran el diseño de mezcla del adoquín de concreto tipo 1. - La incorporación de ceniza de cascara de arroz influyera notablemente en la resistencia a la compresión del adoquín de concreto tipo 1. - El adoquín con incorporación de CCA será una mejor que uno convencional. 	<p>Variable independiente: Ceniza de cascarilla de arroz</p> <p>Variable dependiente: Propiedades físicas – mecánicas del adoquín</p>

ANEXO 02. Calibración de Equipos de Laboratorio
 Calibración de máquina de ensayo uniaxial



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-515-2023

Página 1 de 2

Expediente : 197-2023
 Fecha de emisión : 2023-07-20

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
 Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PERUTEST
 Modelo de Prensa : PC-120
 Serie de Prensa : 5054
 Capacidad de Prensa : 120 t

Marca de indicador : NO INDICA
 Modelo de Indicador : NO INDICA
 Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : ZEMIC
 Modelo de Transductor : YB15
 Serie de Transductor : 1172

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

3. Lugar y fecha de Calibración
 P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 17 - JULIO - 2023

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

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25.7	25.8
Humedad %	72	72

7. Resultados de la Medición
 Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente

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



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



Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Tel. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-615-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
15000	9904	9910	0,96	0,90	9907	0,94	-0,06
20000	19990	19990	0,05	0,20	19975	0,13	0,15
30000	29921	30042	0,26	-0,14	29982	0,06	-0,40
40000	40041	39982	-0,10	0,05	40012	-0,03	0,15
50000	50062	50125	-0,12	-0,25	50094	-0,19	-0,13
60000	60115	60132	-0,19	-0,22	60124	-0,21	-0,03
70000	70129	70157	-0,18	-0,22	70143	-0,20	-0,04

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

$Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Equación de ajuste : $y = 0,998x + 125,52$

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

GRÁFICO N° 1

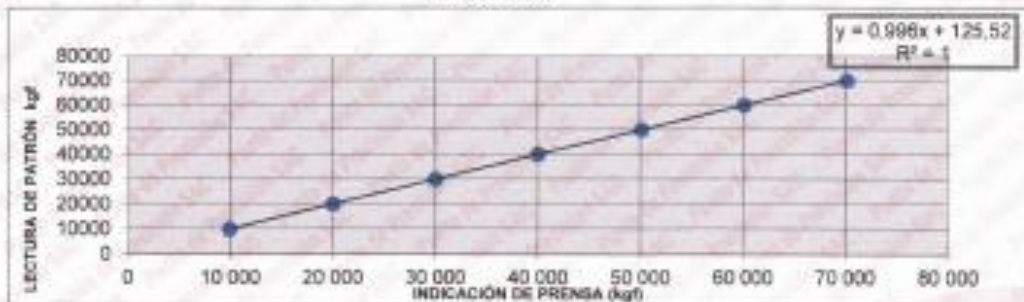
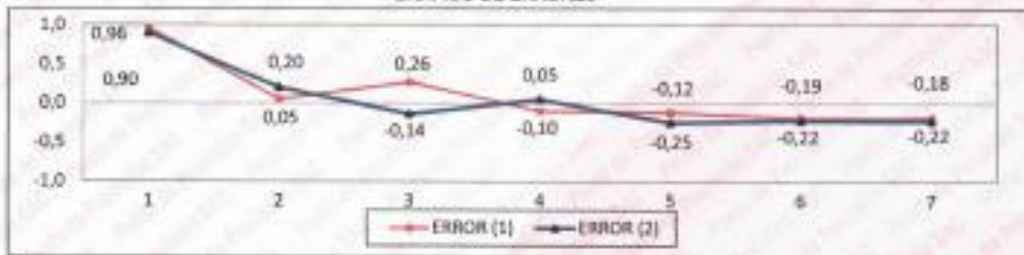



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152831

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 PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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



INACAL
DA - Perú
Organismo Peruano de Acreditación
Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2023

Página: 1 de 2

Expediente	: 197-2023	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 %.
Fecha de Emisión	: 2023-07-24	
1. Solicitante	: KAE INGENIERIA S.A.C.	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.
Dirección	: P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE, 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R21PE302H	
Número de Serie	: BB47537395	
Alcance de Indicación	: 30 000 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 10 g	
División de Escala Real (d)	: 1 g	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-07-17	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C. P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE, 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	



PT-06-P06 / Diciembre 2016 / Rev 02



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



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Tel: 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.



Laboratorio PP

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2023

Página 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,7	24,9
Humedad Relativa	73,3	74,3

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

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

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

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

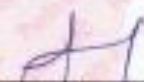
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TENE	ESCALA	NO TENE
OCULACIÓN LIBRE	TENE	CURSOR	NO TENE
PLATAFORMA	TENE	SIST. DE TRABA	NO TENE
NIVELACIÓN	TENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,7			Final 24,7		
	Carga L1= 15 000,0 g	E (g)		Carga L2= 30 000,0 g	E (g)	
1	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,6	0,0
2	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,8	0,7
3	15 000	0,8	-0,2	30 000	0,0	-0,4
4	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,7	0,6
5	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,6	0,0
6	15 000	0,8	-0,1	30 000	0,6	-0,3
7	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,0	-0,4
8	15 000	0,8	-0,4	30 001	0,7	0,6
9	15 000	0,7	-0,3	30 001	0,6	0,0
10	15 000	0,8	-0,1	30 000	0,6	-0,3
Diferencia Máxima			0,3	1,2		
Error máximo permitido			± 20 g	± 30 g		



PT-06-P08 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Tel. 292-5106

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

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



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2023

Página: 1 de 3

Expediente	: 197-2023
Fecha de Emisión	: 2023-07-24
1. Solicitante	: KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección	: P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
2. Instrumento de Medición	: BALANZA
Marca	: OHAUS
Módulo	: SE602F
Número de Serie	: B528438327
Alcance de Indicación	: 600 g
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g
División de Escala Real (d)	: 0,01 g
Procedencia	: NO INDICA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2023-07-17

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-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase II y III del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 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.



Laboratorio PP

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,5	24,5
Humedad Relativa	72,4	73,3

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 599,96 g para una carga de 600,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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

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

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

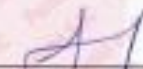
Inicial Final

Temp. (°C) 24,5 24,5

Medición N°	Carga L1= 200,000 g			Carga L2= 600,000 g		
	I (g)	AL (g)	E (g)	I (g)	AL (g)	E (g)
1	200,00	0,008	-0,003	600,00	0,007	-0,002
2	200,00	0,007	-0,003	600,01	0,006	0,000
3	200,00	0,006	-0,001	600,01	0,009	0,007
4	200,00	0,008	-0,003	600,00	0,009	-0,004
5	200,00	0,009	-0,004	600,00	0,007	-0,002
6	200,00	0,007	-0,003	600,00	0,006	-0,001
7	200,00	0,006	-0,001	600,00	0,009	-0,003
8	200,00	0,008	-0,003	600,00	0,009	-0,004
9	200,00	0,009	-0,004	600,00	0,007	-0,002
10	200,00	0,007	-0,003	600,00	0,006	-0,001
Diferencia Máxima			0,003			0,013
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2365-2023

Página 1 de 3

Expediente : 197-2023
Fecha de emisión : 2023-07-20

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO -
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de medición : TAMIZ

Marca : GRAN TEST

Modelo : NO INDICA

Número de serie : 81199

Valor de abertura : 50 mm

N° de Tamiz : 2 in.

Diámetro del alambre : 5 mm

Material : ACERO INOXIDABLE

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de calibración : 2023-07-18

3. Método de calibración

La calibración se realizó mediante comparación directa según la Norma "ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

4. Lugar de calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

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 realizarán 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.



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.



Laboratorio PP

5. Condiciones ambientales

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2365-2023

Página 2 de 3

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	25,9	25,9
Humedad relativa (%hr)	69	69

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
KOSSODO METROLOGIA S.A.C.	Pie de rey con una incertidumbre máxima de 14,6 µm.	DM23-C-0017-2023

7. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Para la calibración del tamiz, se realizó 5 mediciones en apertura de la malla y en el diámetro del alambre

8. Resultados de medición

	Valor nominal de abertura (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)	Error máximo permitido (mm)
Horizontal	50,00	50,34	0,34	0,02	1,34
Vertical		50,19	0,19	0,02	1,34

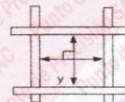
	Abertura máxima permitida (mm)	Abertura máxima encontrada (mm)	Máxima desviación permitida (mm)	Desviación estandar encontrada (mm)
Horizontal	52,060	50,410	---	0,068
Vertical		50,390		0,184


	Valor nominal del diámetro (mm)	Promedio de mediciones (mm)	Error encontrado (mm)	Incertidumbre de medición (mm)
Horizontal	5,00	5,03	0,03	0,03
Vertical		5,03	0,03	0,03

	Diámetro Máximo permitido (mm)	Diámetro Máximo encontrado (mm)	Diámetro Mínimo permitido (mm)	Diámetro Mínimo encontrado (mm)
Horizontal	5,80	5,05	4,30	5,02
Vertical		5,06		5,02



Placa grabada y/o Indicaciones técnicas del tamiz




 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.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-2365-2023


Página 3 de 3

ANEXO A - MEDICIONES REALIZADAS

MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - HORIZONTAL - VALOR NOMINAL DE 50 mm						MEDIDAS REALIZADAS DE APERTURA - VERTICAL - VALOR NOMINAL DE 50 mm					
Las mediciones se realizaron en las unidades de mm						Las mediciones se realizaron en las unidades de mm					
50,36	50,27	50,40	50,41	50,27	---	50,09	49,93	50,22	50,32	50,39	---

FIN DEL DOCUMENTO




 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.

TEMA :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO	REGISTRO N°:	00-AG-GR-01
	INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, CHIMBOTE -ANCASH, 2023	PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	CARBAJAL PEÑA BRYAN CARLOS CHALICA NAZARANGEL GABRIEL DOMINGO		
UBICACIÓN :	Ciudad Chiclayo - Provincia Santa - Departamento Ancash	CANTERA :	Chico
		FECHA:	20/06/2023

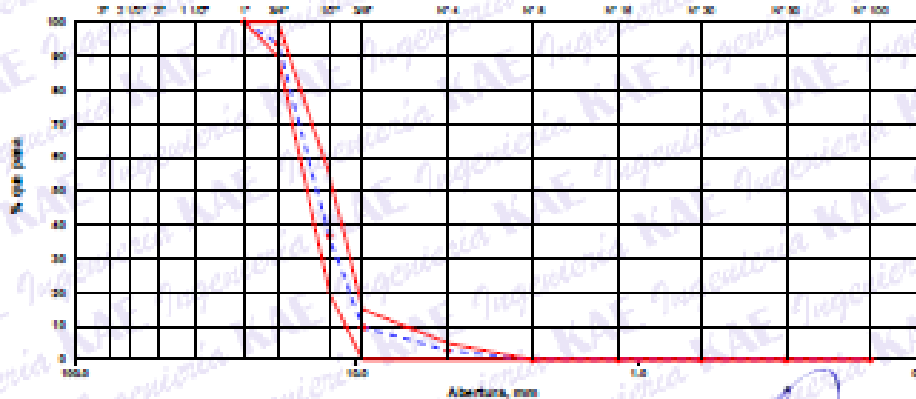
ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-136, MTC E204)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	RETENIDO MATERIAL (g)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	% PASA	ASTM "LIM. SUP."	ASTM "LIM. SUP."
100.00	4"						
80.00	3 1/2"						
75.00	3"						
60.00	2 1/2"						
50.00	2"						
37.50	1 1/2"						
25.00	1"	0	0.00	0.00	100.00	100	100
19.00	3/4"	223.00	0.29	0.29	99.71	99	100
12.50	1/2"	2028.00	87.12	86.83	13.17	85	85
9.50	3/8"	964.00	20.90	87.73	12.27	0	15
4.75	N° 4	242.00	0.82	88.55	11.45	0	5
2.50	N° 6	101.00	1.85	90.40	9.55	0	0
1.18	N° 16	0.00	0.00	90.40	9.55	0	0
0.85	N° 20	0.00	0.00	90.40	9.55	0	0
0.60	N° 30	0.00	0.00	90.40	9.55	0	0
0.425	N° 40	0.00	0.00	90.40	9.55	0	0
0.25	N° 60	0.00	0.00	90.40	9.55	0	0
0.15	N° 100	0.00	0.00	90.40	9.55	0	0
	FONDO	0.00	0.00	90.40	9.55		

Modulo de Finca : 0.94

Tamaño Máximo Nominal : 54"

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Yessy E. Rodríguez
Ingeniera Civil
MTC E204





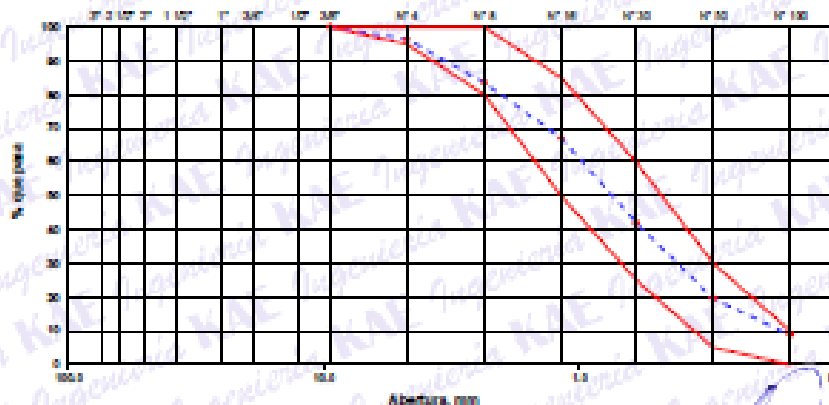
TÍTULO :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADQUINES DE CONCRETO	REGISTRO N° :	CO-ACI-GR-02
SOLICITA :	INCORPORADO-CENZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE-LAVASHI, 2023	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Districto Chiroto - Provincia Santa - Departamento Arequipa	CANTERA :	Chico
		FECHA :	28/04/2023

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
(ASTM C-136, MTC E204)

Peso Inicial (Bolsa) (g)	561.70	AGREGADO FINO ASTM COLECCIÓN - 18 - ARENA GRUESA					
Peso Lavado y Bolsa (g)	564.80						
ABERTURA (mm)	TAMIZ	RETENIDO NATURAL (g)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	% PASA	ASTM "LIM. SUP."	ASTM "LIM. SUP."
100.00	4"						
80.00	3 1/2"						
75.00	3"						
60.00	2 1/2"						
50.00	2"						
37.50	1 1/2"						
25.00	1"						
19.00	3/4"						
12.50	1/2"						
9.50	3/8"	0	0.00	0.00	100.00	100	100
4.75	N° 4	29.2	5.18	5.18	94.82	96	100
2.50	N° 6	75.40	13.42	18.60	81.40	80	100
1.18	N° 16	95.30	16.95	35.57	64.43	60	85
0.85	N° 20	148.80	26.49	62.06	37.94	35	60
0.60	N° 30	120.30	21.41	83.47	16.53	5	30
0.425	N° 40	82.40	14.68	98.15	1.85	0	10
0.25	N° 60	35.20	6.27	100.00	0.00	-	-
	FONDO	16.10	2.87	100.00			

Modulo de Finesa : 2.82

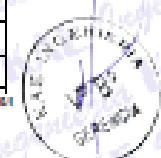
CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Ing. Fátima Y. P. J. - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Cebular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Infocopi N° 028979-2021/0580

TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, CHIMBOTE -ANCASH, 2023	REGISTRO N°:	CC-ACHPU-01
SOLICITA :	CARRAJAL PEÑA BRYAN CARLOS CHALICA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Districto: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	28/09/2023

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO MTC E203

A. GRUESO - CANTERA CHERO

PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m³):

1485.0

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m³):

1942.5

SUELTO

COMPACTADO

20.762

23.019

20.716

23.341

20.587

23.224

A. FINO - CANTERA CHERO

PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m³):

1892.7

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m³):

1938.8

SUELTO

COMPACTADO

23.305

25.544

23.433

25.582

23.495

25.506

OBSERVACIÓN:

Las muestras de agregados fueron proporcionadas por el solicitante.



Victor Manuel Espinoza
Ingeniero Civil
C.R. 12.000.000000000000





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Imbreco N° 028979-2021/01SD

TEMA :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADQUINÉS DE CONCRETO	REGISTRO N° :	CC-ACI-RE-01	
	INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE –ANCASH, 2023	PAGINA N° :	01 de 01	
SOLICITA :	CARBAJAL PEÑA BRYAN CARLOS CHAUDA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO			
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Sanja ; Departamento: Ancash		FECHA :	28/09/2023

ENSAYO PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO MTC E208

Información de Muestra

Cartera : Chato Temp. Agua : 23°C Saturación : 24 hrs

Peso en el aire de la muestra seca en horno	<u>2264.0</u>	gr.
Peso de muestra saturada superficialmente seca en el aire	<u>2274.0</u>	gr.
Peso de la muestra en agua	<u>1487.0</u>	gr.
P. Especifico Saturado con Superficie Seca	<u>2.889</u>	gr/cm ³
P. Especifico de Masa	<u>2.877</u>	gr/cm ³
P. Especifico Aparente	<u>2.914</u>	gr/cm ³
Absorción	<u>0.44</u>	%

OBSERVACIÓN :

La muestra de agregados fueron proporcionadas por el solicitante.



Vicente A. Miranda Herrera, Ingeniero
MTC E208



LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	: CARBAJAL PEÑA BRYAN CARLOD
	CHAUCA MAZ ANGEL GABRIEL DOMINGO
TESIS	: EVALUACION DE PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ.CHIMBOTE-ANCA5H 2023
MUESTRA	: CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
PROCEDENCIA	: CHIMBOTE
FECHA DE INGRESO	: 02 DE OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA	

1. MUESTRA: Ceniza de cáscara de arroz (10.1730 g)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
001	0.5133 g	-

2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG_DTA_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 513.3mg

JEFE DE LABORATORIO
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



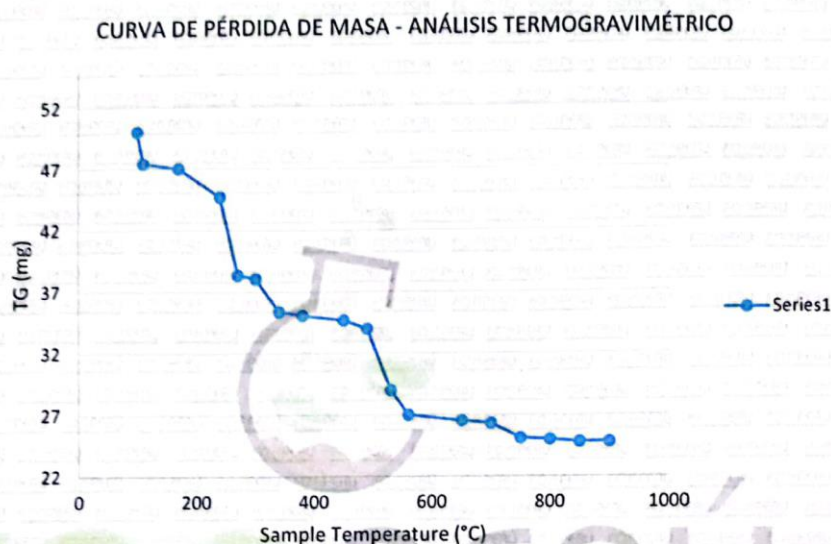
AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



4. RESULTADOS

e. CURVA TGA Y ATD



5. CONCLUSIONES

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 170 y 350°C y la segunda menos intensa entre 490 y 560°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 14% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.


CARLOS ALBERTO VALQUIMENDOZA
INGENIERO QUÍMICO
CIP 122588

TRUJILLO, 05 DE OCTUBRE DEL 2023

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	: CARBAJAL PEÑA BRYAN CARLOD CHAUCA MAZ ANGEL GABRIEL DOMINGO
TESIS	: EVALUACION DE PROPIEDADES FISICAS-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ.CHIMBOTE-ANCASH 2023
MUESTRA	: CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ
PROCEDENCIA	: CHIMBOTE
FECHA DE INGRESO	: 02 DE OCTUBRE DEL 2023
MUESTRA RECIBIDA	

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 0.5058 g de la muestra de CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O ₂)	65.28	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	3.08	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	8.16	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	4.83	
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	2.37	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.89	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P ₂ O ₅)	0.58	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.12	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	0.023	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.139	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.017	
PÉRDIDA POR QUEMADO	13.51	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si), Aluminio (Al) y hierro (Fe), con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Calcio (Ca), Potasio (K), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn) y azufre (S).


 CARLOS ALBERTO PATRICIO
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP 122588

TRUJILLO, 05 DE OCTUBRE DEL 2023

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN	REGISTRO N°:	CC-ACI-DM-01
	ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE	PÁGINA N°:	01 de 03
	CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE -ANCASH, 2023		
SOLICITA :	CARBAJAL PEÑA BRYAN CARLOS - CHAUCA NAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	FECHA:	25/09/2023

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 320 KG/CM²

Método de Diseño: 211 ACI

Procedencia de Agregados

- Ag. Grueso: Cantera Chero
- Ag. Fino: Cantera Chero

Cemento

- Cemento: Cemento Extraforte
- Peso Específico: 2920 kg/m³

Agua

- Agua Potable
- Peso Específico: 1000 kg/m³

Características del Concreto

- Resistencia Especificada: 320 kg/cm²
- Asentamiento: 3" a 4"

1. Resistencia Requerida (f_{cr}) - "No hay datos estadísticos"

Resistencia Especificada a la Compresión, Mpa	Resistencia Promedio Requerida a la Compresión, Mpa	
$f_c < 21$	$f_{cr} = f_c + 7.0$	$f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$
$21 \leq f_c \leq 35$	$f_{cr} = f_c + 8.5$	$f_c = 405 \text{ kg/cm}^2$
$f_c > 35$	$f_{cr} = 1.1f_c + 5.0$	$f_c = 40 \text{ MPa}$

2. Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso

El TMN está limitado por las dimensiones de la estructura teniendo presente que en ningún caso debe de exceder de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

Selección del TMN del Agregado Grueso

3. Datos Obtenidos de los Agregados en Laboratorio

Ensayos	Unidad	Ag. Grueso	Ag. Fino
Modulo de Fineza		—	2.82
Peso Específico	kg/m ³	2877	2746
Absorción	%	0.44	0.46
Contenido de Humedad	%	0.49	0.88
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1465	1660
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1542	1809



Ing. Alejandro Raffero Latorre
Ingeniero Civil
R.O.N. 100100001





TEMA :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN	REGISTRO N°:	CC-ACI-DM-01
	ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE	PÁGINA N°:	02 de 03
	CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE –ANCASH, 2023		
SOLICITA :	CARBALJA PEÑA BRYAN CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote , Provincia: Santa , Departamento: Ancash	FECHA:	28/09/2023

4. Estimación del Contenido de Aire y Agua de Mezclado

Incorporación de Aire al Concreto		NO
Requerimiento de Agua de Mezclado	l/m ³	205
Porcentaje de Aire al Concreto	%	2
Nivel de Exposición		No Aplica

5. Selección de Relación Agua - Cemento (a/c)

Con el valor de la resistencia promedio requerida f_{cr} , obtenemos la relación agua/cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizará valores para asumir la relación agua/cemento por durabilidad.

$$f_{cr} = 405 \text{ kg/cm}^2$$

f_{cr}	a/c	a/c	0.43
400	0.43		
405	0.43		
450	0.38		

6. Contenido de Cemento

$$\text{Cemento} = 205 \text{ l/m}^3 \div 0.43 = 482 \text{ kg} = 11.35 \text{ bolsas}$$

7. Estimación del Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino

Cemento	=	0.165	kg	
Volumen de Pasta	=	0.390	m ³	
Volumen de Agregados	=	0.610	m ³	
Aire Atrapado	=	0.020		
Agua	=	0.205		
b/bbo	=	0.57		
Peso del Agregado Grueso	=	930.8	kg	Agregado Grueso
Volumen del Agregado Grueso	=	0.324	m ³	53.1%
Peso del Agregado Fino	=	786.0	kg	Agregado Fino
Volumen del Agregado Fino	=	0.286	m ³	46.9%

8. Diseño de Mezcla en Estado Seco

Cemento	482.4	kg
Agregado Fino Natural	786.0	kg
Agregado Grueso Natural	930.8	kg
Agua	205.0	l



KAE Ingeniería
Ingeniería de Suelos y Geotecnia
Ingeniería de Estructuras
Ingeniería de Obras de Arte Especiales





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TEMAS	-EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE –ANCASH, 2023	REGISTRO N°:	CC-ACH-DM-01
SOLICITA	:CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PÁGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	28/09/2023

9. Corrección del Diseño por el Aporte de Humedad de los Agregados

a) Pesos Húmedos Corregidos de los Agregados

Agregado Grueso húmedo	=	935.3	kg
Agregado Fino Húmedo	=	792.9	kg

b) Aporte de Agua de los Agregados

Agregado Grueso	=	0.44	lt
Agregado Fino	=	3.27	lt

c) Cálculo de Agua Efectiva

Agua Efectiva	=	201.3	lt
---------------	---	-------	----

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

10. Diseño de Mezcla en Estado Húmedo

- Expresión de Proporciones en Peso

Cemento	=	482.4	kg	=	1.00	kg
Agregado Fino Natural	=	792.9	kg	=	1.64	kg
Agregado Grueso Natural	=	935.3	kg	=	1.94	kg
Agua	=	215.0	lt	=	0.45	lt

1	:	1.64	:	1.94	:	0.45
---	---	------	---	------	---	------

- Expresión de Proporciones en Volumen

Cemento	=	1	bis
Agregado Fino Natural	=	1.49	pie3
Agregado Grueso Natural	=	1.99	pie3
Agua	=	18.94	lt/bis

1	:	1.49	:	1.99	:	18.94
---	---	------	---	------	---	-------



Yessy A. Cordero B. Herrera Antezero
Ingeniera Civil
R.O.C. 128187





TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ANCASH, 2023	REGISTRO N° :	CC-EPI-RC-01
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Ser.	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura			
	Estructura Veclada	Fecha de Muestra	F _c (kg/cm ²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Estat (litros)	Carga (Kg)	F _{ca} (kg/cm ²)	%
01	GRUPO CONTROL	16/09/2023	320	97.05	198.18	19231	23/09/2023	7	46110	240	75
02		16/09/2023	320	98.68	198.10	19152	23/09/2023	7	47410	248	77
03		16/09/2023	320	97.78	200.10	19582	23/09/2023	7	47840	244	76
04		16/09/2023	320	95.43	198.50	18943	23/09/2023	7	39480	193	60
05		16/09/2023	320	99.30	200.20	19880	23/09/2023	7	50830	258	80
06		16/09/2023	320	98.40	197.73	19457	23/09/2023	7	46020	241	75
07		16/09/2023	320	98.60	200.62	19781	23/09/2023	7	45270	229	72
08		16/09/2023	320	97.27	201.25	19578	23/09/2023	7	46300	247	77
09		16/09/2023	320	98.20	198.70	19512	23/09/2023	7	46260	237	74
10		16/09/2023	320	97.90	200.30	19609	23/09/2023	7	45930	234	73
PROMEDIO									237	74	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Yvanir Alejandro Guerrero Jimenez
Ingeniero Civil
Especialista





TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ANCASH, 2023	REGISTRO N° :	CC-EPP-RC-02
		PAGINA N° :	01 de 01
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura			
	Estructura Vertida	Fecha de Muestra	f'c (kg/cm²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Letras (kgf)	f'ra (kg/cm²)	%
01	GRUPO CONTROL	16/09/2023	320	97.80	199.32	19511	30/09/2023	14	55820	288	89
02		16/09/2023	320	98.25	197.58	19412	30/09/2023	14	56010	289	90
03		16/09/2023	320	98.31	198.25	19480	30/09/2023	14	54780	281	88
04		16/09/2023	320	99.14	199.32	19761	30/09/2023	14	55360	280	88
05		16/09/2023	320	97.25	198.70	19324	30/09/2023	14	55820	289	90
06		16/09/2023	320	98.46	197.25	19421	30/09/2023	14	54120	279	87
07		16/09/2023	320	97.96	198.02	19398	30/09/2023	14	55290	275	86
08		16/09/2023	320	99.05	197.24	19537	30/09/2023	14	56080	292	91
09		16/09/2023	320	98.23	198.20	19469	30/09/2023	14	53660	276	86
10		16/09/2023	320	97.14	198.98	19269	30/09/2023	14	55260	287	90
PROMEDIO									283	89	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


KAE Ingeniería
Yvarona, Avenida Matucana 1000
Lima, Perú





TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ANCASH, 2023	REGISTRO N° :	CC-EPP-RC-03
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHALUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-399-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura			
	Estructura Veclada	Fecha de Muestreo	F _c (kg/cm ²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (kgf)	F _{ca} (kg/cm ²)	%
01	GRUPO CONTROL	16/09/2023	320	98.65	197.60	10493	14/10/2023	28	65100	334	104
02		16/09/2023	320	99.14	198.30	10659	14/10/2023	28	65250	332	104
03		16/09/2023	320	97.68	197.20	10262	14/10/2023	28	65970	342	107
04		16/09/2023	320	98.22	199.50	10595	14/10/2023	28	63470	324	101
05		16/09/2023	320	99.28	198.24	10677	14/10/2023	28	62850	319	100
06		16/09/2023	320	98.14	198.47	10478	14/10/2023	28	66140	340	106
07		16/09/2023	320	97.58	197.29	10242	14/10/2023	28	65080	338	106
08		16/09/2023	320	98.28	198.25	10480	14/10/2023	28	63290	328	102
09		16/09/2023	320	99.21	199.34	10777	14/10/2023	28	64170	324	101
10		16/09/2023	320	98.55	197.25	10439	14/10/2023	28	65090	338	106
PROMEDIO									331	104	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


KAE Ingeniería
Víctor A. Rodríguez
Ingeniero Civil en Mecánica de Suelos y Asfalto
Asesor Técnico





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/01810

TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ANCASH, 2023	REGISTRO N° :	CC-EPP-RC-04
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Ser.	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura				
	Estructura Vacada	Fecha de Muestreo	F _c (kg/cm ²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (kgf)	F _u (kg/cm ²)	%
01	GRUPO EXPERIMENTAL (CC + 2% INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ)	16/09/2023	320	100.48	201.31	20228	23/09/2023	7	40080	198	62
02		16/09/2023	320	99.10	199.49	19769	23/09/2023	7	39120	198	62
03		16/09/2023	320	101.30	200.48	20309	23/09/2023	7	42730	210	66
04		16/09/2023	320	98.94	202.19	20005	23/09/2023	7	43810	219	68
05		16/09/2023	320	98.13	202.55	19878	23/09/2023	7	51620	260	81
06		16/09/2023	320	97.84	198.48	19417	23/09/2023	7	40860	210	66
07		16/09/2023	320	99.15	197.58	19590	23/09/2023	7	43170	220	69
08		16/09/2023	320	98.55	199.68	19878	23/09/2023	7	40080	204	64
09		16/09/2023	320	97.84	197.25	19259	23/09/2023	7	42160	219	68
10		16/09/2023	320	98.69	198.47	19587	23/09/2023	7	40150	206	64
PROMEDIO									214	67	

Observaciones y recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Yvonne Sotomayor Alvarado
Ingeniera Civil
RUC: 20501234567





TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE – ANCASH, 2023	REGISTRO N° :	CC-EPP-RC-08
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Dirección: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Ser	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura			
	Estructura Verificada	Fecha de Muestreo	F _o (kg/cm ²)	Ancho (mm)	Long. (mm)	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (kgf)	F _o (kg/cm ²)	%
01	GRUPO EXPERIMENTAL (OC + 2% INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ)	18/09/2023	320	98.36	198.36	19511	30/09/2023	14	50140	257	80
02		18/09/2023	320	97.58	199.80	19498	30/09/2023	14	49580	254	79
03		18/09/2023	320	99.64	198.25	19754	30/09/2023	14	52130	264	82
04		18/09/2023	320	98.25	197.38	19391	30/09/2023	14	51170	264	82
05		18/09/2023	320	97.66	198.25	19381	30/09/2023	14	50250	260	81
06		18/09/2023	320	98.98	197.48	19545	30/09/2023	14	49830	254	79
07		18/09/2023	320	99.15	198.62	19693	30/09/2023	14	50740	258	81
08		18/09/2023	320	98.28	199.28	19581	30/09/2023	14	51310	262	82
09		18/09/2023	320	97.99	197.60	19383	30/09/2023	14	48850	252	79
10		18/09/2023	320	98.36	198.25	19500	30/09/2023	14	48280	246	77
PROMEDIO									257	80	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Mano: *[Firma]*
Ingeniero *[Nombre]*
Ingeniería Civil
R.O.C. 1107 018 0001





TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ANCASH, 2023	REGISTRO N° :	CC-EPP-RC-08
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAN CARLOS - CHALUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura				
	Estructura Verticada	Fecha de Muestreo	F _c (kg/cm ²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (kgf)	F _{ic} (kg/cm ²)	%
01	GRUPO EXPERIMENTAL (GC + 2%) INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ)	16/09/2023	320	99.13	199.38	19793	14/10/2023	28	60250	305	95
02		16/09/2023	320	97.58	198.24	19344	14/10/2023	28	59210	308	96
03		16/09/2023	320	98.69	198.21	19561	14/10/2023	28	60300	308	96
04		16/09/2023	320	98.38	197.23	19400	14/10/2023	28	58470	301	94
05		16/09/2023	320	99.74	198.63	19811	14/10/2023	28	60300	305	95
06		16/09/2023	320	98.62	198.24	19550	14/10/2023	28	58990	302	94
07		16/09/2023	320	98.64	198.25	19555	14/10/2023	28	59410	304	95
08		16/09/2023	320	99.47	199.30	19824	14/10/2023	28	61240	309	97
09		16/09/2023	320	98.38	198.17	19492	14/10/2023	28	59530	308	96
10		16/09/2023	320	98.74	198.33	19583	14/10/2023	28	60820	311	97
PROMEDIO									308	96	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


KAE Ingeniería
Yerson A. Maldonado Martínez
Ingeniero Civil
MTC 1101001000000



TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ANCASSH 2023	REGISTRO N° :	CC-EPT-RC-07
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHALICA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancaash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura				
	Estructura Veclada	Fecha de Muestra	F _c (kg/cm ²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (kgf)	F _u (kg/cm ²)	%
01	GRUPO EXPERIMENTAL (CC + 5% INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ)	16/09/2023	320	100.40	201.44	20225	23/09/2023	7	45740	226	71
02		16/09/2023	320	98.06	202.97	19903	23/09/2023	7	43450	218	68
03		16/09/2023	320	104.00	201.50	20965	23/09/2023	7	40190	192	60
04		16/09/2023	320	97.63	201.95	19718	23/09/2023	7	41560	211	66
05		16/09/2023	320	99.14	202.05	20031	23/09/2023	7	43460	212	66
06		16/09/2023	320	98.65	201.54	19882	23/09/2023	7	41060	207	65
07		16/09/2023	320	100.50	200.68	20168	23/09/2023	7	40360	200	63
08		16/09/2023	320	101.40	201.47	20429	23/09/2023	7	39690	196	61
09		16/09/2023	320	98.60	200.35	19755	23/09/2023	7	41250	206	65
10		16/09/2023	320	100.50	201.17	20218	23/09/2023	7	40320	199	62
PROMEDIO									207	65	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Carlos Augusto
Ingeniero Civil
Especialista en Control de Calidad





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ANCASH, 2023.	REGISTRO N° :	CC-EPI-RC-09
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Ser.	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura			
	Estructura Vertida	Fecha de Muestreo	F _c (kg/cm ²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Cargas (Kg)	F _{ra} (kg/cm ²)	%
01	GRUPO EXPERIMENTAL (CC + 5% INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ)	15/09/2023	320	100.14	201.78	20204	14/10/2023	28	58880	288	93
02		15/09/2023	320	98.40	202.65	19960	14/10/2023	28	57240	287	90
03		15/09/2023	320	98.59	201.87	19883	14/10/2023	28	58380	284	89
04		15/09/2023	320	98.41	202.38	19918	14/10/2023	28	58280	293	91
05		15/09/2023	320	98.65	202.64	19990	14/10/2023	28	58320	282	88
06		15/09/2023	320	98.38	201.47	19817	14/10/2023	28	58170	294	92
07		15/09/2023	320	99.47	200.85	19979	14/10/2023	28	59890	285	89
08		15/09/2023	320	100.24	201.38	20184	14/10/2023	28	58870	282	88
09		15/09/2023	320	98.98	200.87	19878	14/10/2023	28	61820	311	97
10		15/09/2023	320	100.17	201.38	20170	14/10/2023	28	58320	289	90
PROMEDIO									290	91	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



KAE Ingeniería
Ingeniería de Control de Calidad
Ingeniería de Perfiles y Expedientes Técnicos
Ingeniería de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954441061 - 969735163; Email: kaeingenieria@gmail.com



TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ANCASH, 2023.	REGISTRO N° :	CC-EPE-BC-10
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Ser	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura			
	Estructura Veclada	Fecha de Muestra	Fc (kg/cm²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (kgf)	Fca (kg/cm²)	%
01	GRUPO EXPERIMENTAL (OC + 7% INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ)	15/09/2023	320	99.04	202.76	20081	23/09/2023	7	38320	191	60
02		15/09/2023	320	99.17	203.65	20216	23/09/2023	7	34240	169	53
03		15/09/2023	320	99.10	203.06	20123	23/09/2023	7	40220	200	62
04		15/09/2023	320	99.38	203.11	20181	23/09/2023	7	35400	190	59
05		15/09/2023	320	99.04	202.21	20027	23/09/2023	7	40880	204	64
06		15/09/2023	320	98.54	201.87	19892	23/09/2023	7	39540	199	62
07		15/09/2023	320	99.32	200.85	19948	23/09/2023	7	38270	182	57
08		15/09/2023	320	99.06	201.84	19974	23/09/2023	7	37580	188	59
09		15/09/2023	320	98.68	202.87	20019	23/09/2023	7	39480	197	62
10		15/09/2023	320	99.28	201.36	19991	23/09/2023	7	40180	201	63
PROMEDIO									192	60	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


KAE Ingeniería
Ingeniería de Suelos y Geotecnia
Ingeniería de Estructuras
Ingeniería de Asfalto





TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ, CHIMBOTE - ARAUCAN 2023	REGISTRO N° :	CC-EPT-RC-11
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAN CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Arequipa		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Ser.	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura			
	Estructura Verticada	Fecha de Muestra	Fc (kg/cm²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Cargas (kgf)	Fca (kg/cm²)	%
01	GRUPO EXPERIMENTAL (OC + 7% INCORPORANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ)	16/09/2023	320	99.49	202.35	20132	30/09/2023	14	45360	226	70
02		16/09/2023	320	100.13	202.06	20232	30/09/2023	14	46810	231	72
03		16/09/2023	320	100.38	204.20	20498	30/09/2023	14	46280	226	71
04		16/09/2023	320	99.55	203.35	20243	30/09/2023	14	42960	212	66
05		16/09/2023	320	98.34	202.65	19929	30/09/2023	14	45680	229	72
06		16/09/2023	320	99.14	201.57	19984	30/09/2023	14	43750	219	68
07		16/09/2023	320	98.60	202.31	19948	30/09/2023	14	44980	225	70
08		16/09/2023	320	98.97	201.85	19977	30/09/2023	14	45680	229	71
09		16/09/2023	320	101.20	200.98	20339	30/09/2023	14	47110	232	72
10		16/09/2023	320	100.28	201.14	20170	30/09/2023	14	46250	229	72
PROMEDIO									226	71	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Yvanir Alvarado Guerrero, Lic. en Ingeniería Civil
Ingeniero de Control de Calidad





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ, CHIMBOTE – ANCASH, 2023	REGISTRO N° :	CC-EPT-RC-12
SOLICITANTE :	CARBAJAL PEÑA BRYAM CARLOS - CHAUCA MAZA ANGEL GABRIEL DOMINGO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Seria	Identificación y Características de la Probeta							Ensayo de Rotura			
	Estructura Vacada	Fecha de Muestreo	Fc (kg/cm²)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (mm²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Cargas (kgf)	Fca (kg/cm²)	%
01	GRUPO EXPERIMENTAL (CC + 7% INCORPORANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ)	15/09/2023	320	98.16	203.63	19985	14/10/2023	28	53660	269	84
02		15/09/2023	320	98.07	203.62	19989	14/10/2023	28	54080	275	86
03		15/09/2023	320	97.66	202.97	19863	14/10/2023	28	55460	279	87
04		15/09/2023	320	97.84	203.00	19862	14/10/2023	28	53850	271	85
05		15/09/2023	320	99.11	202.12	20032	14/10/2023	28	54950	274	86
06		15/09/2023	320	98.26	202.17	19865	14/10/2023	28	54270	273	85
07		15/09/2023	320	99.17	200.98	19931	14/10/2023	28	55360	278	87
08		15/09/2023	320	98.34	201.56	19823	14/10/2023	28	52210	263	82
09		15/09/2023	320	97.98	202.16	19808	14/10/2023	28	52850	267	83
10		15/09/2023	320	98.68	202.00	19933	14/10/2023	28	56320	283	88
PROMEDIO									273	85	

Observaciones y/o recomendaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


 Víctor Manuel Rodríguez
 Ingeniero Civil
 R. O. N. 124567



Pje. Fátima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Cebular: 954444061 - 969785163; Email: kaengineeria@gmail.com