

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**Br. Saavedra García Luis Rafael**  
<https://orcid.org/0000-0001-7904-0547>

**ASESORA**

**Mg. Gómez Macedo Claudia Roxana**  
<https://orcid.org/0009-0005-8583-3029>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**Innovación e implementación de proyectos**

**TRUJILLO - PERÚ**

**2025**

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Yo, Claudia Roxana Gómez Macedo con número de DNI 71994247 como asesora de la investigación **“INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024”**, desarrollado por el Br. Luis Rafael Saavedra García con número de DNI 70341311, egresado del programa de estudios de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



---

Mg. Claudia Roxana Gómez Macedo  
DNI: 43236142

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**EXCMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, SJ**

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

**DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO**

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

**DRA. ROMY ÁNGELICA DÍAZ FERNÁNDEZ**

Vicerrectora académica

**DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA**

Vicerrectora de Investigación

**MG. ING. BREITNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARIN**

Secretaria General

## DEDICATORIA

*A mi madre Janet, cuya fortaleza y amor incondicional han sido la luz que ha guiado mi camino.*

*A mi tía Socorro, por su apoyo constante y por ser siempre un ejemplo de dedicación y cariño.*

*A mi abuelo Rafo, quien con su sabiduría y consejos ha inspirado mis pasos hacia este logro.*

*Con todo mi corazón, esta tesis es para ustedes.*

**Saavedra García, Luis Rafael**

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco profundamente a la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI por ser el espacio donde crecí tanto académica como personalmente.*

*Mi gratitud eterna a mi asesora, Claudia Roxana Gómez Macedo, por su guía, paciencia y compromiso en cada etapa de este proyecto. Sus conocimientos y apoyo fueron esenciales para la culminación de esta tesis.*

*A todos quienes, de una u otra manera, contribuyeron con sus palabras, gestos o acciones, muchas gracias. Este logro también es suyo.*

**Saavedra García, Luis Rafael**

**Autor**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Luis Rafael Saavedra García con DNI N° 70341311, egresado del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024”**, el cual consta de 210 páginas, incluyendo 23 tablas y 60 figuras, así como 124 páginas en anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad.

*El autor*



---

Br. Luis Rafael Saavedra García  
DNI: 70341311

## ÍNDICE

<b>DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD</b> .....	ii
<b>AUTORIDADES UNIVERSITARIAS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>II. METODOLOGÍA</b> .....	33
2.1. Enfoque, tipo.....	33
2.2. Diseño de investigación.....	33
2.3. Población, muestra y muestreo .....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	35
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	36
2.6. Aspectos éticos en investigación .....	37
<b>III. RESULTADOS</b> .....	38
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	78
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	80
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	82
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	83
<b>ANEXOS</b> .....	87
Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información .....	87
Anexo 2: Ficha técnica.....	94
Anexo 3: Operacionalización de variables .....	95
Anexo 4: Informe de laboratorio.....	96

Anexo 5: Certificados de laboratorio.....	121
Anexo 6: Matriz de consistencia.....	190
Anexo 7: Panel fotográfico .....	192
Anexo 8: Planos de ubicación laboratorio y extracción de materiales .....	208
Anexo 9: Reporte de Turnitin .....	210

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Adoquines peatonales</i> .....	23
Figura 2	<i>Cemento Portland</i> .....	25
Figura 3	<i>Agregado grueso o piedra chancada</i> .....	26
Figura 4	<i>Agregado fino o arena gruesa</i> .....	27
Figura 5	<i>Agua para el concreto</i> .....	28
Figura 6	<i>Ensayo de resistencia a compresión para adoquines</i> .....	29
Figura 7	<i>Ensayo de resistencia a absorción para adoquines</i> .....	29
Figura 8	<i>Ensayo de resistencia a abrasión para adoquines</i> .....	30
Figura 9	<i>Árbol algarrobo</i> .....	31
Figura 10	<i>Análisis granulométrico de la grava</i> .....	39
Figura 11	<i>Análisis granulométrico de la grava</i> .....	40
Figura 12	<i>Contenido de humedad de la grava</i> .....	40
Figura 13	<i>Análisis granulométrico del agregado fino o arena gruesa</i> .....	41
Figura 14	<i>Análisis granulométrico del agregado fino</i> .....	42
Figura 15	<i>Contenido de humedad de la grava</i> .....	42
Figura 16	<i>Gravedad específica y absorción del agregado grueso</i> .....	43
Figura 17	<i>Gravedad específica y absorción del agregado fino</i> .....	44
Figura 18	<i>Proporciones de materiales utilizados en la mezcla</i> .....	46
Figura 19	<i>Gráfica de F'C a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	48
Figura 20	<i>Gráfica de f'c a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	51
Figura 21	<i>Gráfica de f'c a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	54
Figura 22	<i>Absorción de adoquines a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	57
Figura 23	<i>Absorción de adoquines a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	60
Figura 24	<i>Absorción de adoquines a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	63
Figura 25	<i>Abrasión de adoquines a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	66

Figura 26	<i>Abrasión de adoquines a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA.....</i>	69
Figura 27	<i>Abrasión de adoquines a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA.....</i>	72
Figura 28	<i>Comparación de costos.....</i>	77
Figura 29	<i>Agregado fino en laboratorio.....</i>	192
Figura 30	<i>Agregado grueso en laboratorio.....</i>	192
Figura 31	<i>Granulometría del agregado fino en laboratorio.....</i>	193
Figura 32	<i>Granulometría del agregado grueso en laboratorio.....</i>	193
Figura 33	<i>Contenido de humedad del agregado fino en laboratorio.....</i>	194
Figura 34	<i>Contenido de humedad del agregado grueso en laboratorio.....</i>	194
Figura 35	<i>Peso específico y absorción del agregado fino en laboratorio.....</i>	195
Figura 36	<i>Peso específico y absorción del agregado grueso en laboratorio.....</i>	195
Figura 37	<i>Mezcla en el trompo para elaborar adoquines.....</i>	196
Figura 38	<i>Elaboración de adoquines con 0%, 1%, 2% y 4% de CA.....</i>	196
Figura 39	<i>Curado de adoquines con 0%, 1%, 2% y 4% de CA.....</i>	197
Figura 40	<i>Ensayo de absorción de adoquines con CA.....</i>	197
Figura 41	<i>Rotura de adoquines patrón con 0% de CA.....</i>	198
Figura 42	<i>Rotura de adoquines 1 – 12 patrón con 0% de CA.....</i>	198
Figura 43	<i>Rotura de 12 adoquines 13 – 24 patrón con 0% de CA.....</i>	199
Figura 44	<i>Rotura de 12 adoquines 25 – 36 patrón con 0% de CA.....</i>	199
Figura 45	<i>Resultado de la rotura de adoquines patrón con 0% de CA.....</i>	200
Figura 46	<i>Rotura de adoquines patrón con 1% de CA.....</i>	200
Figura 47	<i>Rotura de adoquines 1 – 12 con 1% de CA.....</i>	201
Figura 48	<i>Rotura de adoquines 13 - 24 con 1% de CA.....</i>	201
Figura 49	<i>Rotura de adoquines 25 - 36 con 1% de CA.....</i>	202
Figura 50	<i>Resultado de la rotura de adoquines con 1% de CA.....</i>	202
Figura 51	<i>Rotura de adoquines con 2% de CA.....</i>	203
Figura 52	<i>Rotura de adoquines 1 – 12 con 2% de CA.....</i>	203

Figura 53	<i>Rotura de adoquines 13 - 24 con 2% de CA .....</i>	204
Figura 54	<i>Rotura de adoquines 25 - 36 con 2% de CA .....</i>	204
Figura 55	<i>Resultado de la rotura de adoquines con 2% de CA .....</i>	205
Figura 56	<i>Rotura de adoquines con 4% de CA .....</i>	205
Figura 57	<i>Rotura de adoquines 1 - 12 con 4% de CA .....</i>	206
Figura 58	<i>Rotura de adoquines 13 - 24 con 4% de CA .....</i>	206
Figura 59	<i>Rotura de adoquines 25 – 36 con 4% de CA .....</i>	207
Figura 60	<i>Resultado de la rotura de adoquines con 4% de CA .....</i>	207

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tipos de adoquines según carga a soportar</i> .....	23
Tabla 2	<i>Espesor nominal y resistencia a la compresión</i> .....	24
Tabla 3	<i>Tolerancia de variación dimensional</i> .....	24
Tabla 4	<i>Absorción permisible de los adoquines</i> .....	25
Tabla 5	<i>Tipos de cemento utilizados en el Perú</i> .....	26
Tabla 6	<i>Ensayo de resistencia a compresión</i> .....	34
Tabla 7	<i>Porcentaje de absorción</i> .....	34
Tabla 8	<i>Resistencia a la abrasión</i> .....	35
Tabla 9	<i>Ensayos y normativas de recolección de datos</i> .....	36
Tabla 10	<i>Compresión del adoquín a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	47
Tabla 11	<i>Compresión del adoquín a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	50
Tabla 12	<i>Compresión del adoquín a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	53
Tabla 13	<i>Absorción del adoquín a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	56
Tabla 14	<i>Absorción del adoquín a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	59
Tabla 15	<i>Absorción del adoquín a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	62
Tabla 16	<i>Abrasión del adoquín a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	65
Tabla 17	<i>Abrasión del adoquín a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	68
Tabla 18	<i>Abrasión del adoquín a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA</i> .....	71
Tabla 19	<i>Cálculo del costo base 0% de CA</i> .....	74
Tabla 20	<i>Cálculo del costo base 1% de CA</i> .....	75
Tabla 21	<i>Cálculo del costo base 2% de CA</i> .....	75
Tabla 22	<i>Cálculo del costo base 4% de CA</i> .....	76
Tabla 23	<i>Comparación de costos</i> .....	76

## RESUMEN

Este estudio se formuló bajo la línea investigativa: innovación e implementación de proyectos. De problema general ¿Cómo influirá la adición de cenizas de algarrobo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024?, se tuvo como objetivo general determinar la influencia de la adición de cenizas de algarrobo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024. Enfoque metodológico cuantitativo, básico descriptivo de diseño experimental. En resultados se determinó: un TMN 3/8" y módulo de fineza 2.89, 1.10% de humedad del agregado fino y 1.90% del grueso, peso unitario suelto del agregado fino 1.570 kg/m<sup>3</sup> y del grueso 1.537 kg/m<sup>3</sup>, peso específico de 2582 kg/m<sup>3</sup> del agregado fino y 2745 kg/m<sup>3</sup> del grueso. Del diseño de mezcla se utilizará la dosificación 1:2.20:2.30:25L. De las 36 roturas de briquetas con Cenizas de Ichu (CI) y vidrio reciclado (VR) se observó: a los 28 días el concreto patrón de (F'c) 377 kg/cm<sup>2</sup>, disminuye el F'c en 8.45% con una adición de 1%, 7.50% con adición de 2% y 19.76% con adición de 4%. De las 36 roturas de adoquines se determinó que con 2% de CA a los 28 días se obtiene un adoquín f'c con 462.93 kg/cm<sup>2</sup> con un 48.60% de mejora. Con 4% de CA, el adoquín alcanza la menor absorción de 3.60% a 3.67%. Con 4% de CA, el adoquín obtiene una menor abrasión de 21.90%. Se concluye que la adición de CA influyen positivamente en la resistencia a compresión, abrasión y absorción de agua del adoquín.

**Palabras claves:** Adoquines, resistencia a compresión, abrasión, absorción y cenizas de algarrobo.

## ABSTRACT

This study was formulated under the research line: innovation and project implementation. As a general problem: How will the addition of carob ash influence the physical and mechanical properties of concrete pavers for pedestrian pavements, Piura 2024? The general objective was to determine the influence of the addition of carob ash on the physical and mechanical properties. mechanics of concrete pavers for pedestrian pavements, Piura 2024. Quantitative methodological approach, basic descriptive experimental design. The results determined: a TMN 3/8" and fineness modulus 2.89, 1.10% humidity of the fine aggregate and 1.90% of the coarse, loose unit weight of the fine aggregate 1,570 kg/m<sup>3</sup> and of the coarse 1,537 kg/m<sup>3</sup>, specific weight of 2582 kg/m<sup>3</sup> of the fine aggregate and 2745 kg/m<sup>3</sup> of the coarse aggregate. The dosage of the mixture design will be used. 1:2.20:2.30:25L. Of the 36 briquette breaks with Ichu Ash (CI) and recycled glass (VR), it was observed: after 28 days the standard concrete of (F'c) 377 kg/cm<sup>2</sup>, the F'c in 8.45% with an addition of 1%, 7.50% with the addition of 2% and 19.76% with the addition of 4%. Of the 36 paver breaks, it was determined that with 2% CA at 28 days an f'c paver with 462.93 kg/cm<sup>2</sup> is obtained with a 48.60% improvement. With 4% CA, the paver reaches the lower absorption from 3.60% to 3.67% With 4% CA, the paver obtains lower abrasion of 21.90%. It is concluded that the addition of CA positively influences the compression, abrasion and water absorption resistance of the paver.

**Keywords:** Paving stones, resistance to compression, abrasion, absorption and carob ash.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto es el material manufacturado más utilizado en la historia, superado solo por el agua en términos de consumo global. Representa alrededor del 8% de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a nivel mundial. Si la industria del cemento fuera un país, ocuparía el tercer lugar en el ranking de emisores globales, solo detrás de China y EE.UU. Produce más CO<sub>2</sub> que la aviación (2,5%) y se aproxima a las emisiones del sector agrícola mundial (12%). De acuerdo con los acuerdos internacionales, las emisiones anuales del cemento deben reducirse al menos un 16% para el año 2030 (Hashim et al., 2022).

Además, estudios recientes han demostrado que la incorporación de materiales puzolánicos naturales, como las cenizas de biomasa, puede mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto, al tiempo que reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a su producción (García et al., 2021). Por lo tanto, el uso de cenizas de algarrobo no solo contribuiría a la sostenibilidad ambiental, sino que también podría ofrecer ventajas técnicas en la fabricación de adoquines de concreto.

En los últimos 30 años, la industria del cemento en Perú y las empresas del sector han logrado reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en alrededor del 20%. UNACEM Perú, por ejemplo, busca alcanzar la carbono neutralidad para 2050, coordinando esfuerzos en sus Unidades de Negocio. A través de la Declaración de Carbono neutralidad al 2050, alineada con la Hoja de Ruta de Cemento Perú (publicada por FICEM), la empresa reafirma su compromiso de disminuir el porcentaje de Clinker en sus productos, con el objetivo de alcanzar en promedio 520 kg CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento para 2030 (UNACEM, 2023).

Según un reporte de Cementos Pacasmayo (2022), el volumen de producción de cemento en la Planta Piura en el cuarto trimestre del 2021 disminuyó 11% con respecto al cuarto trimestre del 2020 principalmente por una menor demanda. Durante 2021, el volumen de producción de cemento se incrementó en 29.8%, en comparación con 2020, principalmente debido a la parada en la producción.

La presente investigación busca incorporar las cenizas de algarrobo como parte de una mezcla de aditivos ecológicos, que permita mejorar las propiedades del adoquín, y así mitigar la contaminación ambiental producida por las fábricas de cemento.

Presentándose el problema general a continuación: ¿Cómo influirá la adición de cenizas de algarrobo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024?. Y los siguientes problemas específicos: Primero ¿Cuáles serán las propiedades físicas del cemento, arena, gravilla y agua para la elaboración de adoquines de  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$ , Piura 2024?, Segundo ¿Cuáles serán las proporciones óptimas de cemento, arena, gravilla y agua para elaborar un adoquín patrón de  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$ , Piura 2024?, Tercero ¿Cuál será la resistencia a compresión, absorción y abrasión del adoquín  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$  con cenizas de algarrobo al 1%, 2% y 4%, Piura 2024?, Cuarto ¿Cómo influirá la adición de cenizas de algarrobo en el costo de elaboración de adoquines peatonales, Piura 2024?

Justificación: Según Acosta et al. (2021), justificar una investigación es fundamental porque permite demostrar la relevancia y el valor del estudio, explicando por qué es necesario abordarlo y qué beneficios o aportes generará en el ámbito científico, social, académico o práctico. La justificación responde al para qué y al por qué de la investigación, identificando problemas, vacíos de conocimiento o necesidades específicas que el estudio busca resolver. Además, ayuda a contextualizar el tema dentro de un marco teórico y práctico, persuadiendo a los lectores, financiadores o evaluadores de la importancia del proyecto, así como de su potencial para generar impacto o soluciones aplicables en la realidad.

La investigación busca ofrecer una alternativa sostenible y de bajo costo para la producción de adoquines de concreto, utilizando cenizas de algarrobo como material complementario. Esto puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, al tiempo que aprovecha un residuo abundante en la región de Piura, contribuyendo a la gestión de desechos agrícolas y a la reducción del impacto ambiental en la fabricación de materiales de construcción. El estudio aporta conocimientos al campo de los materiales de construcción, explorando el potencial de las cenizas de algarrobo como aditivo en el concreto. Contribuye a la ampliación de las bases teóricas sobre materiales reciclados y sostenibles, estableciendo relaciones entre las propiedades químicas de las cenizas y las mejoras en las características físicas y mecánicas del concreto, llenando un vacío de conocimiento en este ámbito. La investigación propone una metodología innovadora al integrar cenizas de algarrobo en la fabricación de adoquines, evaluando rigurosamente sus propiedades físicas y mecánicas. Esto puede servir como referencia para futuros estudios en la incorporación de materiales

residuales en la industria de la construcción, fomentando la replicabilidad de los resultados y la implementación de métodos sostenibles. El proyecto promueve el desarrollo sostenible al reducir la explotación de recursos naturales y al darle un uso productivo a un residuo agrícola abundante en Piura. Además, fomenta prácticas constructivas más amigables con el medio ambiente y podría generar empleo en comunidades locales a través del manejo y procesamiento de las cenizas de algarrobo, contribuyendo al bienestar social y económico de la región.

Para solucionar el problema de investigación se formuló el objetivo general: Determinar la influencia de la adición de cenizas de algarrobo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024. Los objetivos específicos fueron: Primero Determinar las propiedades físicas del cemento, arena, gravilla y agua para la elaboración de adoquines  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$ . Segundo Calcular el diseño de mezcla para elaborar un adoquín patrón de  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$ , Piura 2024. Tercero Determinar la resistencia a compresión, absorción y abrasión del adoquín  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$  con cenizas de algarrobo al 1%, 2% y 4%. Cuarto Determinar la influencia de adición de cenizas de algarrobo en el costo de elaboración de adoquines peatonales, Piura 2024.

Y como hipótesis general: La adición de cenizas de algarrobo influirá positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024. Y las hipótesis específicas: Primero Las propiedades físicas del cemento, arena, gravilla y agua, cumplirán los parámetros de la norma NTP 399.611. Segundo La dosificación óptima es de 0.40 kg de cemento, 1.52 kg de arena, 0.73 kg de gravilla y 0.14 L de agua, para un adoquín  $f'c=290 \text{ kg/cm}^2$ . Tercero La resistencia a compresión, absorción y abrasión del adoquín con adición de cenizas de algarrobo, cumple los parámetros de la norma NTP 399.611. Cuarto Las cenizas de algarrobo disminuyen el costo de elaboración del concreto, al reemplazar en 1%, 2% y 4% el cemento.

Descripción del contexto o antecedentes internacionales:

Según Kareem et al. (2023) en Nigeria, autores del artículo “Características de los adoquines entrelazados elaborados con ceniza de hoja de anacardo como sustituto parcial del cemento”, tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la ceniza de hoja de anacardo (CLA) como sustituto parcial del cemento en la producción de adoquines entrelazados (IPB) como una forma de conservar los recursos naturales y transformar los subproductos agrícolas

en materiales valiosos en la industria de la construcción. Los IPB con bajos contenidos de CLA (5 y 10% CLA) rindieron entre 87,86 y 98,95% de la resistencia a la compresión del control a los 28 y 90 días. Concluyeron que es factible la adición del óptimo de 10% de CLA como sustituto del cemento en IPB con polvo de cantera como único agregado en la mezcla.

Según Gurdían et al. (2021) en España, autores del artículo “Durabilidad del hormigón con aditivos puzolánicos y áridos reciclados.”, tuvieron como objetivo evaluar las propiedades mecánicas y de durabilidad del hormigón con un reducido impacto ambiental. Este enfoque consiste en sustituir el 50% del cemento Portland por cenizas volantes (35%) y catalizador de craqueo catalítico gastado (15%), y también sustituir el 20% y el 100% de los áridos gruesos naturales por áridos reciclados. El desempeño del concreto preparado consistió en pruebas mecánicas, porosidad, permeabilidad al aire y penetración de cloruros. Concluyeron que el rendimiento mecánico se reduce significativamente en hormigones con áridos reciclados y aglutinante puzolánico, pero las propiedades relacionadas con la durabilidad sólo se ven afectadas por el uso de áridos reciclados. Sin embargo, todas las formulaciones ensayadas son aptas para su uso como hormigones estructurales.

Según Abellán et al. (2021) en Colombia, autores del artículo “Concreto de ultra alto desempeño con ceniza volante local con alto contenido de inquemados”, tuvieron como objetivo diseñar y producir UHPC utilizando cenizas volantes locales disponibles en Colombia. Por medio de una optimización numérica, basada en el diseño de experimentos (DoE) y criterios de optimización multiobjetivo, se obtuvo una mezcla con el flujo adecuado y elevada resistencia a la compresión, con las necesidades mínimas de contenido en cemento. Los resultados mostraron que, a pesar de la baja calidad de las cenizas volantes locales en Colombia, se pueden lograr valores de resistencia a la compresión de 150 MPa sin ningún tratamiento térmico.

Tal como menciona Prakash (2020) et al. en Egipto, autores del artículo “Hormigón reforzado con fibra que contiene residuos de cáscara de coco, cenizas volantes y fibra de polipropileno”, investigaron el efecto de añadir fibras de polipropileno a un eco-hormigón elaborado con cenizas volantes como reemplazo parcial del cemento y cáscara de coco como agregado grueso. Se desarrollaron dos mezclas: una utilizando únicamente cáscara de coco como agregado grueso y otra combinando agregados convencionales con cáscara de coco. Las fibras de polipropileno se incorporaron en fracciones volumétricas de 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1.0%. Los resultados mostraron que la adición de fibras de polipropileno disminuye

ligeramente el asentamiento y la densidad del hormigón de cáscara de coco. Además, incrementa la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad hasta una fracción volumétrica de 0.5%, mientras que la resistencia a la tracción por división y la resistencia a la flexión mejoraron con la adición de fibras. Sin embargo, fracciones volumétricas de 0.75% y 1.0% redujeron ligeramente la resistencia a la compresión. Se concluye que las fibras de polipropileno pueden utilizarse en hormigón de cáscara de coco para mejorar las propiedades mecánicas del compuesto.

#### Descripción del contexto o los antecedentes nacionales:

Según Farfán y Quispe (2024) en Ayacucho, autores del artículo “La Evaluación Fisicomecánica del Concreto al Adicionar Cenizas del Tallo de Algarrobo para Pavimentos Rígidos - Ayacucho, Perú”, tuvieron como objetivo determinar la influencia de la ceniza del tallo de algarrobo (CTA) para el concreto de diseño  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. En el cual, incorporaron una serie de dosificaciones del 0% (concreto patrón), 5%, 8% y 12% de CTA. El estudio presentó una técnica cuantitativa y diseño cuasi experimental. Realizaron un total de 60 muestras de concreto: divididas en 36 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm para compresión, 12 viguetas de 15 x 15 x 50 cm para flexión y 12 discos de concreto de 5 x 10 cm para abrasión. Los resultados, a los 28 días, fueron los siguientes: al (0%) de 243 kg/cm<sup>2</sup>, 5% de 247 kg/cm<sup>2</sup>, 8% de 224 kg/cm<sup>2</sup> y 12% de 216 kg/cm<sup>2</sup>; para las resistencias a compresión. Concreto patrón (0%) de 26 kg/cm<sup>2</sup>, 5% de 29 kg/cm<sup>2</sup>, 8% de 30 kg/cm<sup>2</sup> y 12% de 31 kg/cm<sup>2</sup> para las resistencias a flexión. Concreto patrón (0%) con un desgaste de 0.63%, 5% con un desgaste de 0.66%, 8% con un desgaste de 0.74% y 12% con un desgaste de 0.77% para las resistencias a abrasión. Concluyeron que el porcentaje óptimo e ideal es la adición parcial de CTA al 5%; donde mejoran las características mecánicas del concreto en el diseño de pavimento rígido.

Según Buiza (2022) en Huaraz, autor de la tesis “Propiedades físico mecánicas del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de ceniza de algarroba y ceniza de Ichu, Huaraz - 2022”, tuvieron como objetivo determinar las propiedades físico-mecánicas del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando en los siguientes porcentajes de 5%, 6% y 7% de ceniza del algarroba y ceniza de Ichu. Dentro del desarrollo de esta investigación se optó por la metodología; de tipo aplicada, siendo su diseño de investigación de tipo cuasi experimental con un enfoque cuantitativo. En las propiedades físicas del concreto al realizar la adición de 5%, 6% y 7% se obtuvo los siguientes resultados: slump de 3.5”, 3.5” y 4” respectivamente,

el contenido de aire se mantuvo en 3.2%, 3,2% y 4,5% respectivamente. La influencia en las propiedades mecánicas fue favorable obteniendo una resistencia a la compresión de 311 kg/cm<sup>2</sup> en la adición de 5%, 336 kg/cm<sup>2</sup> en la adición de 6% y decreciendo la resistencia en la adición del 7% el cual fue de 260% kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la resistencia a la tracción los resultados fueron 22,7 kg/cm<sup>2</sup>, 25 kg/cm<sup>2</sup> y 19.9 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, finalizando con la resistencia a la flexión siendo los resultados 24.9 kg/cm<sup>2</sup>, 26,4 kg/cm<sup>2</sup> y 23,7 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyeron que la adición favorable para el concreto es una adición del 6%.

Según Mendoza (2023) en Lima, autor de la tesis “Influencia de la sustitución porcentual del cemento por ceniza de capirona en propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto - 2023”, tuvo como objetivo determinar el efecto de reemplazar porcentajes del cemento por ceniza de capirona en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto. Se empleó una metodología experimental con dosificaciones de 0%, 3%, 6% y 9% de ceniza respecto al peso del cemento. Los resultados indicaron que una sustitución del 3% redujo la absorción de agua a 2,30%, mientras que incrementos al 6% y 9% aumentaron la absorción a 4% y 6,09%, respectivamente, lo que podría afectar la durabilidad del adoquín. En cuanto a la resistencia a la compresión, el adoquín con 3% de ceniza mostró un incremento de 68 a 79 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con el diseño sin ceniza, mientras que las resistencias a la flexión alcanzaron 50 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluye que una sustitución del 3% de cemento por ceniza de capirona mejora ciertas propiedades mecánicas del adoquín de concreto, aunque porcentajes mayores pueden ser perjudiciales para su durabilidad.

Según Monje (2021) en Tumbes, autor de la tesis “Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas en adoquines de concreto adicionando ceniza de algarroba seca - eucalipto, Tumbes 2021”, tuvo como objetivo mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adoquín de concreto con la adición de cenizas de algarroba seca y hojas de eucalipto en el departamento de Tumbes. en los porcentajes de 0.75%, 2%, 4%, 6% y 8%. Utilizó una metodología cuantitativa, experimental descriptiva. En sus resultados obtuvo que el agregado fino presentó un módulo de fineza de 2.73 y con respecto al agregado grueso obtuvo un TMN de 3/8”. La prueba de absorción de los adoquines con 8% de adición de cenizas de algarrobo seco y eucalipto presentaron una mejor retención de agua en el material respecto a la muestra base. Concluyeron de las propiedades mecánicas a través de la prueba analizada a los 28 días que el adoquín con 6% de adición de ceniza de algarrobo seco presentó una mejor resistencia en comparación con las demás adiciones la cual fue de 413.34

kg/cm<sup>2</sup> y por su parte el adoquín con 8% de adición de ceniza de eucalipto presentó una mejor resistencia en comparación con las demás adiciones la cual fue de 436.80 kg/cm<sup>2</sup>.

Descripción del contexto o los antecedentes locales:

Según Mija (2022) en Piura, autor de la tesis “Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para tránsito ligero, Piura – 2022”, tuvo como objetivo determinar la influencia de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades físico - mecánicas en adoquines para tránsito ligero, Piura – 2022. La metodología de este proyecto de investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental porque nos permitió manipular la variable independiente en los porcentajes de 3%, 5%, y 10% respectivamente de la ceniza del bagazo de caña de azúcar como adición y reemplazo al cemento. El resultado en los ensayos fueron que para la muestra patrón el  $f'c = 384.73$  kg/cm<sup>2</sup>, y al reemplazar con el 10% de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar con un  $f'c = 361.54$  kg/cm<sup>2</sup>. En base al ensayo tenemos que a mayor adición de CBCA menor será la resistencia. Concluyeron que favorablemente reduce en costos ya que para la muestra patrón tenemos un ACU. = 48.63. Soles y para la adición del 10% de CBCA = 46.07 soles.

Según More y Yarleque (2022) en Piura, autores de la tesis “Diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo parcialmente el agregado fino por la ceniza de pajilla de arroz – Piura”, tuvieron como objetivo evaluar y determinar la influencia de la adición de la ceniza de pajilla de Arroz en el diseño de concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y así establecer el porcentaje más óptimo tomando en cuenta la incidencia a la resistencia a la compresión. Dentro de la metodología, este proyecto de investigación es de tipo experimental. De los resultados que se obtuvieron del ensayo a la resistencia a la compresión con la sustitución parcialmente de 4%, 8% y 12% de ceniza de pajilla de arroz al agregado fino, se obtuvieron a los 28 días de curado los siguientes valores de los ensayos de resistencia de compresión, fueron:  $f'c=210.40$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c= 139.20$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c= 127.00$  kg/cm<sup>2</sup>, con respecto a la muestra, la resistencia del concreto convencional llegó a  $f'c= 227.80$  kg/cm<sup>2</sup>, se determinó de los resultados que del uso de la ceniza de pajilla de arroz, adicionado a la mezcla se logró alcanzar la resistencia a la compresión óptima. Concluyendo que la dosificación más adecuada el de 4% de ceniza de pajilla de arroz.

Según Paucar (2021) en Piura, autor de la tesis “Evaluación de propiedades físico-mecánicas en adoquines con adición de valva de concha de abanico para uso peatonal, Piura – 2021”, tuvo como objetivo evaluar la influencia en las propiedades físico - mecánicas al sustituir agregado fino por valva de concha de abanico en adoquines de uso peatonal, Sechura-Piura, 2021. La metodología del estudio es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental. De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio al adicionar 7% de valva de concha de abanico disminuye la absorción y aumenta resistencia a compresión, con respecto a la muestra patrón, porque al adicionar mayores porcentajes (12% VCA y 21% VCA), se tiene que adicionar más agua y según el método ACI 211, la resistencia del concreto está ligada a la relación a/c. Concluyeron que los costos aumentan ligeramente de forma ascendente en todas las dosificaciones, pero desde el punto de vista ambiental es factible porque contribuye a reutilizar los residuos de concha de abanico que generan un impacto negativo al medio ambiente.

Según Ramos y Seminario (2020) en Piura, autores de la tesis “Diseño de adoquines de concreto con vidrio molido para la pavimentación en el AA. HH. 18 de mayo pasaje 1, 2 y 3 de la provincia de Piura, 2019”, tuvieron como objetivo principal determinar un diseño de adoquines de concreto que incluya vidrio molido como agregado para mejorar su resistencia y durabilidad frente a cargas de tránsito y condiciones de aguas pluviales, además de contribuir a la disminución de la contaminación ambiental mediante el reciclaje de vidrio. La metodología fue de tipo experimental, utilizando tres dosificaciones de vidrio molido (25%, 35% y 45%) en adoquines tipo II, con una población de 81 adoquines y una muestra de 9, siguiendo las Normas Técnicas Peruanas 399.604 y 399.611. Se realizaron ensayos de laboratorio en la planta certificada "Prefabricados – Piura" para evaluar propiedades físicas y mecánicas del suelo, obteniendo un CBR del 17.775%, adecuado para el diseño del pavimento. Los resultados mostraron que una dosificación de 45% de vidrio molido alcanzó una resistencia de  $f'c = 352 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, cumpliendo los requisitos estructurales del pavimento, que incluyó espesores de subbase granular (20 cm), base granular (15 cm), capa de arena (10 cm) y carpeta de rodadura (4 cm). Finalmente, se concluyó que el adoquín con vidrio molido no solo ofrece las propiedades mecánicas necesarias, sino que resulta más económico que el adoquín convencional, destacándose como una solución sostenible y viable para la ingeniería civil.

Descripción de las bases teóricas de investigación:

Adoquín

Mtarfi (2023), indica que los adoquines son elementos prefabricados de concreto o piedra natural diseñados para ser utilizados en pavimentos, calles, áreas peatonales y zonas recreativas. Su uso destaca por su durabilidad, versatilidad y estética.

### Figura 1

*Adoquines peatonales*



*Nota:* En la imagen se observa un diseño con adoquines colocados en patrón de espina de pescado, utilizado frecuentemente en calles y zonas peatonales por su alta resistencia y estética. Tomado de “Adoquines de concreto”, por COMAPE, 2020.

Tipos de adoquines

Los adoquines de concreto elaborados de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 399.611 (2017) deberán estar conforme a los tres tipos, tal como sigue:

**Tabla 1**

*Tipos de adoquines según carga a soportar*

Tipo I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal y cíclico, como zonas recreativas, andadores y áreas de bajo impacto.
Tipo II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero, tales como estacionamientos y calles de acceso.
Tipo III	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, como avenidas principales y zonas industriales.

*Nota:* Clasificación de los tipos de adoquines en función de la carga que deben soportar.

## Clasificación de adoquines

**Tabla 2**

*Espesor nominal y resistencia a la compresión*

Tipo	Espesor Nominal (mm)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Promedio de 3 unidades
I (Peatonal)	40	320	290
	60	320	290
II (Vehicular ligero)	60	420	380
	80	380	340
	100	360	325
III (Vehicular pesado)	≥ 80	561	510

*Nota:* Se detalla los espesores nominales y las resistencias a la compresión de los adoquines según su tipo y uso.

La relación entre espesor y resistencia garantiza que los adoquines soporten las cargas específicas de su entorno de uso, maximizando su desempeño y durabilidad (Silva et al., 2022).

**Tabla 3**

*Tolerancia de variación dimensional*

Tolerancia dimensional, máxima (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1.60	± 1.60	± 3.20

*Nota:* Se presenta las tolerancias de variación dimensional permitidas para los adoquines en cuanto a longitud, ancho y espesor. Estas tolerancias, establecidas en ±1.60 mm para longitud y ancho, y ±3.20 mm para espesor, aseguran que los adoquines cumplan con los estándares de calidad necesarios para una instalación uniforme y eficiente.

Mantener estas variaciones dentro de los límites especificados es crucial para garantizar un correcto ensamblaje durante la construcción de pavimentos, evitando irregularidades que puedan afectar la estabilidad, la estética o el desempeño del adoquinado.

Además, estas tolerancias reflejan la precisión y control en el proceso de fabricación, lo que contribuye a la durabilidad y funcionalidad del producto final.

**Tabla 4**

*Absorción permisible de los adoquines*

<b>Tipo de adoquín</b>	<b>Absorción máxima (%)</b>	
	Promedio 3 unidades	Unidad individual
I y II	6.00	7.50
III	5.00	7.00

*Nota:* Se detalla los valores máximos de absorción de agua permitidos para los adoquines según su tipo y uso, diferenciando entre el promedio de tres unidades y una unidad individual.

Los principales componentes del adoquín son:

Cemento portland

El cemento Portland actúa como el principal aglomerante en la mezcla. Es el responsable de la resistencia mecánica del adoquín mediante el proceso de hidratación (Davies et al., 2020). Sus características clave incluyen:

**Figura 2**

*Cemento Portland*



*Nota:* En la imagen se observa un saco que contiene cemento Portland, un material clave en la fabricación de adoquines. Tomado de “Cemento Portland ¿Qué es y cuáles son sus ventajas?” por RUBI Blog, 2021.

**Tabla 5**

*Tipos de cemento utilizados en el Perú*

<b>Tipos de cemento</b>	<b>Descripción</b>
I	De uso general
II	De moderada resistencia a sulfatos
III	De alta resistencia inicial
IV	De bajo calor de infiltración
V	De alta resistencia a los sulfatos

*Nota:* Se clasifica los tipos de cemento utilizados en el Perú, indicando sus principales características y aplicaciones.

El Cemento Tipo I, de uso general, es el más común y se emplea en construcciones que no requieren propiedades especiales. El Tipo II, diseñado para una moderada resistencia a los sulfatos, es ideal para estructuras expuestas a ambientes agresivos moderados. El Tipo III se caracteriza por su alta resistencia inicial, lo que lo hace adecuado para proyectos que requieren tiempos de fraguado rápidos. Por otro lado, el Tipo IV, con bajo calor de infiltración, es usado en estructuras masivas para minimizar el riesgo de fisuración por calor durante el fraguado. Finalmente, el Tipo V proporciona alta resistencia a los sulfatos, siendo ideal para construcciones en ambientes altamente agresivos, como suelos o aguas sulfatadas.

Agregado grueso.- El agregado grueso, compuesto de grava o piedra triturada, es un componente clave en los adoquines, ya que proporciona estabilidad y resistencia a la compresión. Su tamaño máximo generalmente oscila entre 10 y 20 mm, lo que permite una adecuada distribución de cargas.

**Figura 3**

*Agregado grueso o piedra chancada*



*Nota:* Es un material de construcción compuesto por fragmentos de roca triturada mediante procesos mecánicos.

Se prefiere que las partículas tengan una forma angular, ya que esto mejora la compactación y la interconexión entre los elementos, optimizando las propiedades mecánicas del adoquín. Además, es fundamental que el agregado sea puro, es decir, libre de arcillas y otras impurezas que puedan comprometer su desempeño estructural y durabilidad (Luka et al., 2023).

Agregado fino.- Según Jinxu et al. (2022), el agregado fino está compuesto por partículas más pequeñas como la arena, desempeña un papel crucial en la mezcla de los adoquines al llenar los vacíos entre los agregados gruesos y mejorar la cohesión de la mezcla. Para garantizar su efectividad, debe contar con una granulometría adecuada que permita una compactación uniforme y facilite la trabajabilidad durante el proceso de fabricación. Además, es esencial que sea puro, es decir, libre de materia orgánica y sales, ya que estas impurezas podrían comprometer la durabilidad y resistencia del adoquín.

#### **Figura 4**

*Agregado fino o arena gruesa*



*Nota:* Es un material granular natural compuesto por partículas de roca y minerales de tamaño pequeño, generalmente menor a 0.2 mm de diámetro.

Agua.- Abdalla et al (2022), señalan que el agua es un componente esencial en la fabricación de adoquines, ya que activa el proceso de hidratación del cemento, permitiendo que la mezcla fragüe y desarrolle la resistencia necesaria. Es fundamental mantener una relación agua-cemento (A/C) dentro de un rango óptimo, generalmente entre 0.35 y 0.5, para evitar problemas como fisuras y garantizar la resistencia estructural del adoquín. Además, la calidad del agua debe ser adecuada, preferiblemente potable o libre de contaminantes y sales, para evitar reacciones adversas que puedan comprometer la durabilidad del material.

## Figura 5

### Agua para el concreto



*Nota:* Es componente esencial en la fabricación de mezclas de concreto, ya que activa la reacción química de hidratación del cemento, permitiendo que fragüe y adquiera resistencia.

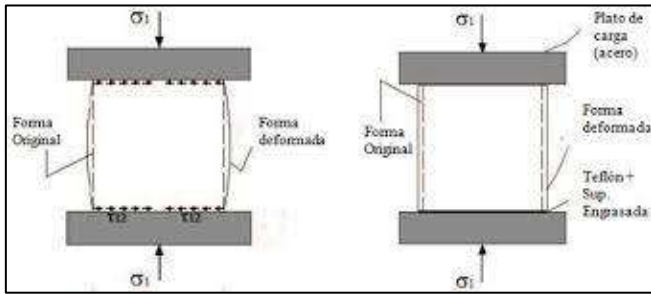
Aditivos.- Son componentes opcionales que se incorporan en la fabricación de adoquines para optimizar sus propiedades y facilitar el proceso de producción. Entre los más comunes se encuentran los plastificantes o superplastificantes, que mejoran la trabajabilidad de la mezcla sin necesidad de incrementar la relación agua-cemento, lo que asegura una resistencia adecuada. Los acelerantes de fraguado se utilizan para reducir el tiempo necesario para que el adoquín alcance una resistencia inicial mínima, mientras que los retardadores son especialmente útiles en climas cálidos, ya que extienden el tiempo de fraguado, permitiendo un mejor manejo y colocación de la mezcla (Salvatore et al., 2021).

### Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión de los adoquines es la capacidad del material para soportar cargas axiales sin sufrir fallas estructurales. Se mide en términos de fuerza aplicada por unidad de área (generalmente en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  o MPa) y es una de las propiedades más importantes para evaluar la calidad y el desempeño de los adoquines. Este parámetro garantiza que los adoquines puedan resistir el peso de vehículos, peatones y otras cargas a las que estarán sometidos en su uso final. Su determinación se realiza mediante ensayos normalizados, en los que se somete una muestra a presión en una máquina de compresión hasta que se produce la fractura. La resistencia mínima requerida varía según el tipo de adoquín y su aplicación, siendo mayor en adoquines diseñados para tránsito vehicular pesado (Kumar et al., 2021).

## Figura 6

### Ensayo de resistencia a compresión para adoquines



*Nota:* Las normativas que se aplican son la ASTM C140 y NTP 399.611. Tomado de “Resistencia a compresión de adoquines de hormigón”, por Pereyra, 2020.

ASTM C140: Esta norma establece los procedimientos para realizar ensayos en unidades de mampostería de concreto, incluidos los adoquines. Detalla los métodos para medir propiedades como la resistencia a compresión, absorción y dimensiones.

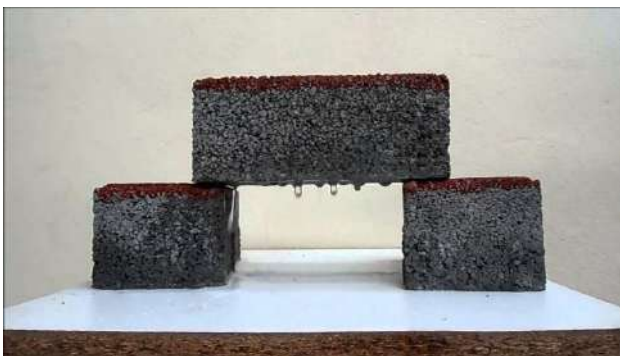
NTP 399.611: En Perú, esta norma técnica peruana regula los métodos de ensayo para la resistencia a compresión de adoquines de concreto, garantizando que cumplan con los estándares establecidos para su uso.

### Resistencia a absorción

La resistencia a la absorción de los adoquines es la capacidad del material para limitar la cantidad de agua que puede ser absorbida por sus poros. Esta propiedad es fundamental para garantizar la durabilidad del adorno frente a condiciones climáticas adversas, como la exposición a lluvias, ciclos de congelación y descongelación, o ambientes húmedos.

## Figura 7

### Ensayo de resistencia a absorción para adoquines



*Nota:* Las normativas que se aplican son la ASTM C140 y NTP 399.611. Tomado de “Adorno y su absorción”, por Anderson, 2020.

ASTM C140: Esta norma incluye el procedimiento para medir la absorción de agua en unidades de mampostería de concreto, incluidos los adoquines. Es ampliamente utilizada en América y a nivel internacional.

NTP 399.611: Regula los métodos de ensayo para adoquines de concreto en el Perú, incluido el ensayo de absorción. Establece los valores máximos permitidos y los procedimientos de prueba.

Un bajo nivel de absorción indica que el adoquín es más denso y menos permeable, lo que lo protege contra el deterioro por fisuras o debilitamiento estructural causado por la presencia de agua. La resistencia a la absorción se mide como el porcentaje de agua absorbida respecto al peso seco del adoquín, siguiendo métodos estandarizados. Valores de absorción inferiores al 6% se consideran adecuados para garantizar un buen desempeño en la mayoría de aplicaciones (Malbila et al., 2024).

#### Resistencia a abrasión

Wang et al. (2023), indica que la resistencia a la abrasión de los adoquines es la capacidad del material para soportar el desgaste superficial causado por el tráfico peatonal o vehicular, así como por el roce continuo de partículas sólidas como arena o grava. Esta propiedad es esencial para garantizar la durabilidad y mantener la funcionalidad y la apariencia del adoquín a lo largo del tiempo. De acuerdo con la norma NTP 399.625, los especímenes no deben presentar una pérdida de volumen superior a 15 cm<sup>3</sup> por cada 50 cm<sup>2</sup>. Asimismo, la reducción promedio del espesor no debe superar los 3 mm. Esta norma se utiliza como referencia y debe ser aplicada en casos donde sea necesario resolver discrepancias.

#### **Figura 8**

*Ensayo de resistencia a abrasión para adoquines*



*Nota:* Las normativas que se aplican son la ASTM C140 y NTP 399.611. Tomado de “Máquina de abrasión Böhme”, por Testmak, 2022.

La resistencia a la abrasión se evalúa mediante pruebas estandarizadas, como el ensayo de desgaste por abrasión en máquina de los Ángeles, que mide la pérdida de masa del material tras ser sometido a un proceso de fricción controlada. Adoquines con alta resistencia a la abrasión son ideales para aplicaciones en áreas de alto tráfico o uso intensivo, ya que reducen el riesgo de deterioro prematuro y la necesidad de mantenimiento frecuente.

### Árbol algarrobo

Según Moustafa (2023), el árbol de algarrobo (*Prosopis* spp.) es una especie leguminosa de la familia Fabaceae, ampliamente distribuida en regiones áridas y semiáridas de América, Asia y África. Este árbol es conocido por su alta adaptabilidad a condiciones climáticas adversas, como suelos pobres y escasez de agua, lo que lo convierte en una especie valiosa para la conservación de ecosistemas y la reforestación de áreas degradadas.

### Figura 9

#### *Árbol algarrobo*



*Nota:* Es un árbol leguminoso perteneciente a la familia Fabaceae, ampliamente conocido por su adaptabilidad a climas áridos y semiáridos. Tomado de “Prodigioso árbol oriundo”, por Testmak, 2022.

El algarrobo puede alcanzar alturas de 6 a 12 metros, dependiendo de la especie y el entorno, y desarrolla un sistema radicular profundo que le permite acceder a fuentes subterráneas de agua. Produce frutos en forma de vainas, ricos en azúcares y nutrientes, que son utilizados como alimento para humanos y animales. Además, su madera es altamente valorada por su densidad, durabilidad y resistencia al ataque de plagas, mientras que las hojas y frutos también tienen aplicaciones medicinales y agroindustriales. Este árbol juega un

papel crucial en la captura de carbono y la mejora de la fertilidad del suelo, contribuyendo a prácticas de agricultura sostenible y sistemas agroforestales.

#### Principales propiedades del algarrobo

**Adaptabilidad y resistencia del ambiental.-** Es altamente tolerante a condiciones extremas, como suelos salinos, áridos y de baja fertilidad. Su sistema radicular profundo le permite sobrevivir en ambientes con escasez de agua, siendo una especie clave en la reforestación de tierras degradadas.

**Madera de alta calidad.-** La madera del algarrobo es densa, resistente y duradera, con alta tolerancia al ataque de plagas y hongos. Se utiliza en la fabricación de muebles, carpintería, postes y leña.

**Propiedades medicinales.-** Las vainas, hojas y corteza se emplean tradicionalmente en medicina natural, con usos que incluyen el tratamiento de problemas digestivos, inflamaciones y afecciones respiratorias.

**Contribución ecológica.-** Mejora la calidad del suelo al fijar nitrógeno atmosférico a través de simbiosis con bacterias en sus raíces. Proporciona sombra y refugio en zonas desérticas, además de ser una fuente de alimento para la fauna local. Actúa como un sumidero de carbono, ayudando a mitigar el cambio climático (Martins et al., 2024).

#### Cenizas de algarrobo

Las cenizas de algarrobo son el subproducto obtenido tras la combustión controlada de la madera, vainas u otros residuos del árbol de algarrobo (*Prosopis* spp.). Estas cenizas son ricas en compuestos minerales como óxidos de calcio, magnesio, potasio, hierro y sílice, lo que las convierte en un material versátil con múltiples aplicaciones (Hassan & Saeed, 2022).

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Enfoque, tipo**

Según Bennett y Sabbata (2023), el enfoque y tipo de investigación de una tesis se definen en función de los objetivos planteados y del método utilizado para abordar el problema de estudio. Un enfoque cuantitativo se caracteriza por la recolección y análisis de datos numéricos para probar hipótesis específicas mediante técnicas estadísticas; mientras que un enfoque cualitativo busca comprender fenómenos a profundidad mediante la exploración de percepciones, experiencias o contextos, utilizando datos no numéricos. En algunos casos, se opta por un enfoque mixto, que combina ambos para obtener una visión más integral. Respecto al tipo de investigación, esta puede ser descriptiva si detalla características de un fenómeno, correlacional si estudia relaciones entre variables, exploratoria si aborda temas poco estudiados, o explicativa si busca establecer causas y efectos. Además, según su propósito, puede ser básica (para generar conocimiento teórico) o aplicada (para resolver problemas prácticos). La elección dependerá del alcance y propósito de la investigación.

La presente investigación es de enfoque cuantitativa porque se centra en la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto. Esta investigación utiliza métodos cuantitativos para evaluar cómo las cenizas de algarrobo afectan estas propiedades, empleando técnicas como análisis descriptivo, inferencial y modelización para interpretar los resultados y validar las hipótesis planteadas.

### **2.2. Diseño de investigación**

Según Voigt et al. (2024) el término diseño metodológico se refiere al plan o estrategia diseñada para obtener la información necesaria con el objetivo de responder al problema planteado.

Este estudio es de diseño metodológico experimental porque implica manipular una variable independiente (la cantidad de cenizas de algarrobo añadidas al concreto) para observar y medir su efecto en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines. Este tipo de diseño permite establecer relaciones de causa y efecto y proporciona un control riguroso sobre las condiciones del experimento para asegurar la validez de los resultados.

Se determinarán las propiedades físico mecánicas de los agregados con los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico
- Peso unitario suelto de los agregados
- Contenido de humedad natural
- Peso específico
- Porcentaje de absorción

Una vez obtenidas las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, se elaborará el diseño de mezcla y asentamiento en laboratorio. Posteriormente se realizarán los ensayos de adoquines, con el diagrama de diseño para el desarrollo del estudio:

**Tabla 6**

*Ensayo de resistencia a compresión*

<b>Cenizas de algarrobo</b>				
Rotura	0%	1%	2%	4%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Grupos de	9	9	9	9
TOTAL	36 Adoquines de concreto			

Nota: Se elaborarán 3 adoquines de concreto por grupo experimental.

**Tabla 7**

*Porcentaje de absorción*

<b>Cenizas de algarrobo</b>				
Rotura	0%	1%	2%	4%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Grupos de	9	9	9	9
TOTAL	36 Adoquines de concreto			

Nota: Se elaborarán 3 adoquines de concreto por grupo experimental.

**Tabla 8***Resistencia a la abrasión*

<b>Cenizas de algarrobo</b>				
Rotura	0%	1%	2%	4%
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Grupos de	9	9	9	9
TOTAL	36 Adoquines de concreto			

Nota: Se elaborarán 3 adoquines de concreto por grupo experimental.

Con los resultados del informe de laboratorio, se procederá al análisis estadístico mediante el software Excel.

### **2.3. Población, muestra y muestreo**

La población es el conjunto de individuos, elementos o eventos que comparten características comunes y sobre los cuales se quiere realizar un estudio; la muestra es un subconjunto representativo de esa población, seleccionado para realizar el análisis de manera práctica y eficiente; y el muestreo es el proceso o técnica utilizada para seleccionar dicha muestra, asegurando que sea representativa y permita inferir resultados aplicables a la población total (Ahmed et al., 2024).

La población está conformada por 108 adoquines de concreto. La muestra la conforman 36 adoquines ensayados a resistencia a compresión, 36 adoquines ensayados a resistencia a abrasión y 36 adoquines ensayados a resistencia a abrasión. El muestreo se realizó de modo no probabilístico, por conveniencia del investigador.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos**

Bohorquez et al. (2024), indica que son métodos y herramientas utilizadas en la investigación para obtener información relevante sobre el objeto de estudio. Las técnicas se refieren a procedimientos y enfoques sistemáticos, como encuestas, entrevistas, observación, y experimentación, que guían cómo se recolecta la información. Los instrumentos, por otro lado, son los dispositivos o formularios específicos utilizados para recoger los datos, tales

como cuestionarios, guías de entrevistas, cámaras de video, grabadoras de audio, y equipos de medición.

En esta investigación, la observación se emplea como una técnica que permite recopilar datos sin alteraciones mediante la visualización. Se recogerán datos de experimentos y se registrarán en fichas técnicas otorgadas por el laboratorio y que cumplan las siguientes normativas:

**Tabla 9**

*Ensayos y normativas de recolección de datos*

<b>Normativa</b>	<b>Ensayo</b>
ASTM C 566 - NTP 399.185	Contenido de Humedad
ASTM C 136 - NTP 400.012	Análisis Granulométrico
ASTM C 29 - NTP 400.017	Peso Unitario de los Agregados
ASTM C 127 - NTP 400.021	Peso Específico
ASTM C 128 – NTP 400.022	Porcentaje de Absorción
ACI 211	Diseño de Mezcla
	Resistencia a compresión de adoquines de concreto
ASTM C140/C140-M	Porcentaje de absorción de adoquines de concreto
NTP 399.611	Resistencia a abrasión de adoquines de concreto

Nota: La Tabla 3 detalla las normas internacionales (ASTM) y peruanas (NTP) para la recolección de datos en la presente investigación.

## **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

Las técnicas de análisis de datos ayudan a examinar datos para encontrar patrones, y el análisis de información va un paso más allá al agregar interpretación y contexto. El análisis de información busca una comprensión más profunda relevante para la toma de decisiones (Zhao et al., 2024). Como técnica de procesamiento se desarrollará la comparación de resultados:

Esta técnica consiste en evaluar los datos obtenidos de los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de adoquines al contrastarlos con criterios y estándares establecidos,

como los de normativas ASTM. Primero, se definen los criterios de comparación basados en normativas y objetivos de investigación, y luego se organizan los datos en tablas y gráficos para facilitar el análisis. Se comparan los resultados obtenidos con los valores de referencia, identificando cualquier desviación significativa y evaluando su impacto en la calidad del producto. Finalmente, se documentan y presentan los hallazgos en un informe detallado, destacando si los adoquines cumplen con los estándares, las desviaciones observadas, y proporcionando recomendaciones para ajustes necesarios en la mezcla o proceso de fabricación.

## **2.6. Aspectos éticos en investigación**

La ética y la integridad aseguran que los resultados de la investigación sean precisos y confiables. Los investigadores que siguen principios éticos realizan sus estudios de manera honesta, sin manipular datos ni omitir resultados, lo que garantiza que las conclusiones sean válidas y reproducibles (Anusha et al., 2024).

Para garantizar la integridad y calidad de la presente investigación, es esencial seguir los siguientes aspectos éticos:

- **Consentimiento Informado:** Asegúrate de que todos los participantes en el proceso de investigación, incluidos los proveedores de materiales o colaboradores, comprendan claramente el propósito del estudio, el uso de sus datos y cualquier posible riesgo o beneficio asociado. El consentimiento informado debe ser documentado de manera adecuada.
- **Transparencia y Honestidad:** Reporta todos los resultados de la investigación de manera honesta y completa, sin omitir datos o manipular resultados para ajustarse a expectativas o intereses predefinidos. La transparencia en la metodología y los hallazgos es crucial para la validez y la reproducibilidad del estudio.
- **Confidencialidad:** Protege la información sensible y los datos personales de los colaboradores y participantes. Asegúrate de que los datos sean manejados de manera confidencial y almacenados adecuadamente para evitar el acceso no autorizado.
- **Responsabilidad en el Uso de Materiales:** Utiliza las cenizas de algarrobo y otros materiales de manera responsable y ética, considerando su impacto ambiental y cumpliendo con las normativas locales sobre manejo de residuos y sostenibilidad.

### III. RESULTADOS

**Objetivo General:** Determinar la influencia de la adición de cenizas de algarrobo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024.

Resistencia a compresión:

Adoquines con 0% de CA: Este grupo sirve como referencia, con una resistencia promedio de 311.38 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Adoquines con 1% de CA: La resistencia aumenta significativamente a 416.06 kg/cm<sup>2</sup> (un incremento del 33.6% respecto al patrón).

Adoquines con 2% de CA: Este grupo alcanza el mayor valor de resistencia promedio, con 462.93 kg/cm<sup>2</sup> (48.6% de mejora).

Adoquines con 4% de CA: Aunque todavía mayor que el patrón, la resistencia disminuye a 435.64 kg/cm<sup>2</sup>, sugiriendo que un exceso de CA puede afectar negativamente la mezcla.

Absorción de agua:

Adoquines con 0% de CA: Presentan el mayor porcentaje de absorción (5.08% a 5.28%), indicando mayor porosidad.

Adoquines con 4% de CA: Alcanzan la menor absorción (3.60% a 3.67%), evidenciando una matriz más densa y resistente al agua.

Resistencia a la abrasión:

Adoquines con 0% de CA: Promedio de abrasión del 30.40% a los 28 días.

Adoquines con 1% de CA: Reducción de abrasión a 28.10%.

Adoquines con 2% de CA: La menor abrasión, con un promedio de 21.90%.

Adoquines con 4% de CA: Aumento de abrasión a 29.20%, similar al patrón, mostrando que un exceso de CA no mejora este parámetro.

**Primer objetivo específico:** Determinar las propiedades físicas del cemento, arena, gravilla y agua para la elaboración de adoquines  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$

A. Granulometría y contenido de humedad de la grava y arena gruesa

La granulometría de los agregados es la distribución del tamaño de las partículas que componen un material, determinado mediante el análisis en tamices de diferentes aperturas. El contenido de humedad de los agregados, como la grava y la arena gruesa, se refiere al porcentaje de agua presente en el material respecto a su peso seco.

**Figura 10**

*Análisis granulométrico de la grava*

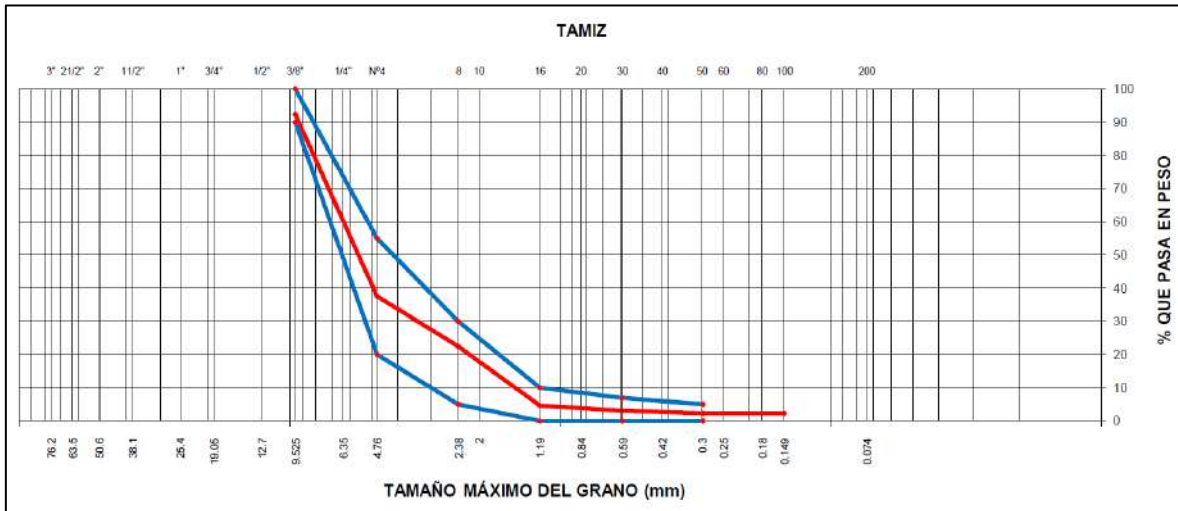
Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación		Descripción de la Muestra	
3"	76.200								
2 1/2"	63.500							Peso húmedo (gr):	6651.00
2"	50.800							Peso seco (gr):	6541.00
1 1/2"	38.100							Humedad (%):	1.68%
1"	25.400							<b>Modulo de fineza =</b>	<b>5.35</b>
3/4"	19.050								
1/2"	12.700								
3/8"	9.525	502.3	7.7	7.7	92.3	90	100		
1/4"	6.350								
4	4.760	3583.30	54.8	62.5	37.5	20	55		
8	2.380	983.50	15.0	77.5	22.5	5	30	MATERIAL MUESTREADO POR EL CLIENTE	
10	2.000								
16	1.190	1169.50	17.9	95.4	4.6	0	10		
20	0.840								
30	0.590	100.50	1.5	96.9	3.1				
40	0.420								
50	0.297	50.20	0.8	97.7	2.3	0	5		
100	0.149	0.00	0.0	97.7	2.3				
200	0.074	0.00	0.0	97.7	2.3				
< 200		151.70	2.3	100.0	0.0				

*Nota:* Se presenta el análisis granulométrico de una muestra de grava, destacando que los pesos retenidos por tamiz varían desde tamaños mayores a 3/4" (19.05 mm) hasta partículas menores a 0.074 mm.

La mayor acumulación de material retenido se encuentra en el tamiz de 4.76 mm con un 54.8%, seguido por el tamiz de 2.38 mm con un 15.0%, indicando que la muestra es predominantemente gruesa. El porcentaje que pasa en tamices más finos muestra una baja proporción de partículas menores (menos del 5% en tamices de 0.42 mm o más finos), característica de los agregados gruesos. El contenido de humedad registrado fue de 1.68%, calculado a partir de un peso húmedo de 6651.00 g y un peso seco de 6541.00 g, dato relevante para el ajuste de agua en la mezcla. Además, el módulo de fineza obtenido, de 5.35, confirma que el material es apto para concreto estructural.

**Figura 11**

*Análisis granulométrico de la grava*



*Nota:* Se detalla la curva granulométrica del agregado grueso.

La curva granulométrica del agregado grueso muestra una distribución uniforme de partículas, con la mayor concentración en tamaños comprendidos entre 4.76 mm (tamiz N° 4) y 9.52 mm (3/8”), lo que confirma que el material es predominantemente grueso y adecuado para mezclas de concreto estructural. El tamaño máximo nominal de 9.52 mm asegura una buena trabajabilidad y compactación en la mezcla, mientras que la baja proporción de partículas finas (menores a 0.42 mm) evita problemas de segregación y garantiza cohesión en el concreto. En general, la curva refleja que el agregado cumple con las características necesarias para diseños de mezcla eficientes y resistentes.

**Figura 12**

*Contenido de humedad de la grava*

Descripción	1
Peso de tara (gr)	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1324.5
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1300.2
Peso del agua contenida (gr)	24.3
Peso de la muestra seca (gr)	1300.2
Contenido de Humedad (%)	1.9
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>1.9</b>

*Nota:* Se muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad realizado sobre una muestra de grava.

El ensayo de contenido de humedad de la grava registró un peso de la tara y muestra húmeda de 1324.5 g, que incluye tanto la grava como el agua contenida. Después del secado, el peso de la tara y muestra seca fue de 1300.2 g, representando únicamente el peso de la grava sin agua. La diferencia entre ambos pesos, 24.3 g, corresponde al agua contenida en la muestra. Al calcular el contenido de humedad como un porcentaje respecto al peso seco, se obtuvo un valor de 1.9%, indicando la cantidad de agua presente antes del secado. Este resultado, consistente con el promedio, asegura la fiabilidad del ensayo y su utilidad para ajustar la relación agua/cemento en mezclas de concreto.

**Figura 13**

*Análisis granulométrico del agregado fino o arena gruesa*

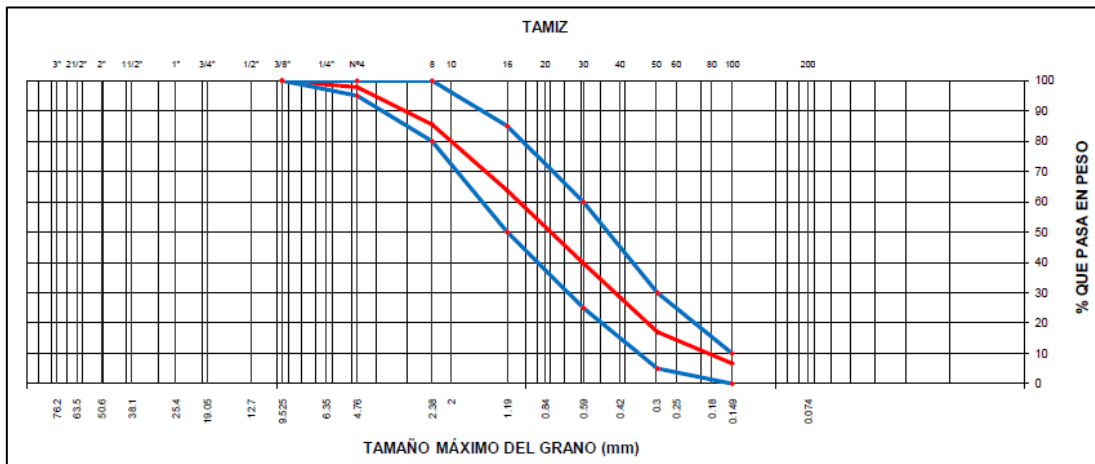
Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación		Descripción de la Muestra	
3"	76.200								
2 1/2"	63.500							Peso húmedo (gr):	679.40
2"	50.800							Peso seco (gr):	671.80
1 1/2"	38.100							Humedad (%):	1.13%
1"	25.400							<b>Modulo de fineza =</b>	<b>2.89</b>
3/4"	19.050								
1/2"	12.700								
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100		
1/4"	6.350								
4	4.760	14.70	2.2	2.2	97.8	95	100		
8	2.380	82.40	12.3	14.5	85.5	80	100	MATERIAL MUESTREADO POR EL CLIENTE	
10	2.000								
16	1.190	146.40	21.8	36.2	63.8	50	85		
20	0.840								
30	0.590	161.00	24.0	60.2	39.8	25	60		
40	0.420								
50	0.297	152.80	22.7	83.0	17.0	5	30		
100	0.149	69.50	10.3	93.3	6.7	0	10		
200	0.074	17.80	2.6	96.0	4.0				
< 200		27.20	4.0	100.0	0.0				

*Nota:* Se presenta el análisis granulométrico de una muestra de arena gruesa, destacando que los pesos retenidos por tamiz varían desde tamaños mayores a N° 04 (4.78 mm) hasta partículas menores a N° 200 (0.074 mm).

El análisis granulométrico del agregado fino muestra una distribución equilibrada de partículas, con la mayor retención parcial en los tamices de 1.19 mm (21.8%) y 0.59 mm (24.0%), indicando una adecuada proporción entre partículas finas y medias. El 85.5% del material pasa por el tamiz de 2.38 mm, mientras que el 39.8% pasa por el de 0.59 mm, asegurando una granulometría adecuada para concreto. El contenido de humedad fue del 1.13%, y el módulo de fineza obtenido, de 2.89, confirma que el agregado es apto para proporcionar cohesión y trabajabilidad en mezclas de concreto, cumpliendo con los requisitos normativos para su uso en aplicaciones estructurales.

**Figura 14**

*Análisis granulométrico del agregado fino*



*Nota:* Se detalla la curva granulométrica del agregado fino.

La curva granulométrica del agregado fino muestra una distribución uniforme de partículas, con una pendiente continua que refleja una adecuada proporción de tamaños sin acumulaciones excesivas en tamices específicos. La mayor parte del material pasa por el tamiz de 2.38 mm (N° 8), mientras que una proporción menor corresponde a partículas más finas, como las que pasan por el tamiz de 0.42 mm (N° 40). Este comportamiento asegura que el agregado es adecuado para proporcionar cohesión, trabajabilidad y compactación en mezclas de concreto, cumpliendo con los requisitos para aplicaciones estructurales.

**Figura 15**

*Contenido de humedad de la grava*

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	679.4	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	671.8	
Peso del agua contenida (gr)	7.6	
Peso de la muestra seca (gr)	671.8	
Contenido de Humedad (%)	1.1	
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>1.1</b>	

*Nota:* Se muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad realizado sobre una muestra de arena gruesa.

Se registra un peso húmedo de 679.4 g y un peso seco de 671.8 g, lo que implica un peso del agua contenida de 7.6 g. Este valor corresponde a un contenido de humedad calculado del 1.1%, que también se establece como el contenido de humedad promedio. Este dato es esencial para ajustar las proporciones de agua en el diseño de mezclas de concreto, garantizando una adecuada relación agua/cemento que permita mantener la trabajabilidad y resistencia esperada en el material.

#### B. Gravedad específica y absorción del agregado fino y grueso

La gravedad específica es la relación entre la densidad del agregado y la densidad del agua, utilizada para evaluar la compactación y densidad del material en mezclas de concreto. La absorción es el porcentaje de agua que el agregado puede retener en su superficie cuando está en estado saturado y seco, lo cual influye en el ajuste de la cantidad de agua en la mezcla para mantener la relación agua/cemento adecuada. Ambos parámetros son fundamentales para garantizar la calidad y desempeño del concreto.

**Figura 16**

*Gravedad específica y absorción del agregado grueso*

DATOS DE LA MUESTRA				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	329.1	357.9	
B	Peso frasco + agua (gr)	524.5	524.5	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	853.6	882.4	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	733.8	751.9	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm <sup>3</sup> )	119.8	130.5	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	320.7	348.9	
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm <sup>3</sup> )	111.4	121.5	<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.677	2.674	2.675
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.747	2.743	<b>2.745</b>
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.879	2.872	2.875
	% de Absorción = ((A - F)/F)*100	2.619	2.580	<b>2.60%</b>

*Nota:* La figura presenta los resultados de las pruebas de gravedad específica y absorción realizadas sobre una muestra de agregado grueso.

Los valores promedio obtenidos para la gravedad específica en base seca (2.675), base saturada (2.745) y aparente (2.875) indican que el material tiene una densidad adecuada para su uso en concreto estructural, garantizando buena compactación y resistencia. La absorción promedio fue del 2.60%, lo que refleja la capacidad del agregado para retener agua en su superficie cuando está saturado.

**Figura 17***Gravedad específica y absorción del agregado fino*

DATOS DE LA MUESTRA				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	200.7	200.2	
B	Peso frasco + agua (gr)	644.7	649.3	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	845.4	849.5	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	767.0	772.6	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm <sup>3</sup> )	78.4	76.9	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	198.0	197.5	
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm <sup>3</sup> )	75.7	74.2	<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.526	2.568	2.547
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.560	2.603	<b>2.582</b>
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.616	2.662	2.639
	% de Absorción = ((A - F)/F)*100	1.364	1.367	<b>1.37%</b>

*Nota:* La figura presenta los resultados de las pruebas de gravedad específica y absorción realizadas sobre una muestra de agregado fino.

Los valores promedio de gravedad específica en base seca (2.547), base saturada (2.582) y aparente (2.639) reflejan que el material cumple con las características requeridas para su uso en mezclas de concreto. Además, la absorción promedio del 1.37% indica una baja capacidad de retención de agua en la superficie del agregado, lo que es favorable para mantener la relación agua/cemento estable en la mezcla, evitando excesos que puedan comprometer la trabajabilidad o la resistencia.

**Segundo objetivo específico:** Calcular el diseño de mezcla para elaborar un adoquín patrón de  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$ .

Se identifican los pasos clave seguidos en el cálculo, basados en los datos disponibles:

1. Definición de la resistencia requerida ( $f'c$ ):

Se estableció una resistencia a compresión del concreto de  $290 \text{ kg/cm}^2$  con un factor de seguridad, resultando en un  $f'cr$  (resistencia promedio de diseño) de  $348 \text{ kg/cm}^2$ .

2. Selección del slump:

El asentamiento o slump especificado es de 4 pulgadas, adecuado para concreto de pavimentos peatonales, asegurando buena trabajabilidad sin segregación.

3. Determinación de la relación agua/cemento ( $a/c$ ):

Según la resistencia deseada y el asentamiento especificado, se seleccionó una relación agua/cemento de 0.51, garantizando la resistencia requerida y buena manejabilidad.

4. Cálculo del contenido de agua:

Con base en el tamaño máximo del agregado grueso ( $3/8''$ ) y el slump especificado, se determinó un contenido de agua de  $262.6 \text{ kg/m}^3$ .

5. Selección del contenido de cemento:

Con la relación agua/cemento y el contenido de agua establecidos, se calculó el contenido de cemento necesario como  $510 \text{ kg/m}^3$  (equivalente a 12 bolsas por  $\text{m}^3$ ), cumpliendo con los requisitos de durabilidad y resistencia.

6. Determinación de los volúmenes de los agregados:

Se asignó el volumen total de agregados como  $0.55021 \text{ m}^3$ , distribuido en partes iguales (50%) entre arena y grava para asegurar buena compactación y trabajabilidad.

7. Corrección por humedad de los agregados:

Se ajustaron los pesos de arena y grava por su contenido de humedad promedio, 1.1% y 1.9%, respectivamente, para evitar variaciones en la relación agua/cemento.

8. Cálculo del peso seco de los agregados:

Los pesos secos de los agregados fueron 710.3 kg/m<sup>3</sup> para la arena y 755.2 kg/m<sup>3</sup> para la grava, calculados considerando sus pesos específicos.

9. Incorporación de aire:

Se consideró un contenido de aire total de 2%, típico para concreto no expuesto a ciclos de congelación y deshielo, mejorando la durabilidad.

10. Cálculo de las proporciones por unidad de mezcla:

Finalmente, se determinaron las proporciones por metro cúbico y por bolsa de cemento, considerando las correcciones por humedad. Para un m<sup>3</sup> de concreto, se usaron:

Cemento: 510 kg

Arena: 710.3 kg

Grava: 755.2 kg

Agua: 262.6 litros

**Figura 18**

*Proporciones de materiales utilizados en la mezcla*

Proporción en peso sin corrección por humedad por m <sup>3</sup> de mezcla					
Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)	
12.0	710.3	755.2	323.4	0.0	
Proporción en peso sin corrección por humedad por bolsa de cemento					
Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)	
1.0	59.19	62.93	26.95	0	
Proporción en peso con corrección por humedad por bolsa de cemento					
Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)	
1.0	59.84	64.13	25.10	0	
PROPORCION EN BALDE DE 20 L					
Arena	2.2	Grava	2.3		

*Nota:* Para un metro cúbico de concreto, se utilizaron 12 bolsas de cemento (510 kg), 710.3 kg de arena, 755.2 kg de grava y 323.4 litros de agua.

Sin corrección por humedad, cada bolsa de cemento (42.5 kg) requiere 59.19 kg de arena, 62.93 kg de grava, y 26.95 litros de agua; con corrección por humedad, estas proporciones se ajustan a 59.84 kg de arena, 64.13 kg de grava, y 25.10 litros de agua, manteniendo una adecuada relación agua/cemento. De manera práctica, para mediciones en obra, las proporciones se simplificaron a 2.2 baldes de arena y 2.3 baldes de grava por cada bolsa de cemento, facilitando la dosificación en campo.

**Tercer objetivo específico:** Determinar la resistencia a compresión, absorción y abrasión del adoquín  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$  con cenizas de algarrobo al 1%, 2% y 4%.

A. Resistencia a compresión del adoquín de 20 cm de largo x 10 cm de ancho x 4 cm de alto con cenizas de algarrobo al 1%, 2% y 4%

**Tabla 10**

*Compresión del adoquín a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

N°	Adoquín	Edad	Carga (kg.)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
1	Adoquín patrón con 0% de CA	7 días	40356.00	201.80	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	7 días	38072.00	190.40	197.14
3	Adoquín patrón con 0% de CA	7 días	39856.00	199.30	
4	Adoquín con 1% de CA	7 días	48371.00	241.90	
5	Adoquín con 1% de CA	7 días	49703.00	248.50	245.23
6	Adoquín con 1% de CA	7 días	49065.00	245.30	
7	Adoquín con 2% de CA	7 días	52278.00	261.40	
8	Adoquín con 2% de CA	7 días	52698.00	263.50	264.53
9	Adoquín con 2% de CA	7 días	53741.00	268.70	
10	Adoquín con 4% de CA	7 días	46580.00	232.90	
11	Adoquín con 4% de CA	7 días	47404.00	237.00	234.97
12	Adoquín con 4% de CA	7 días	46998.00	235.00	

*Nota:* La tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión de adoquines a los 7 días de curado, incorporando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA).

Se observa una tendencia en el comportamiento mecánico de los adoquines en función del contenido de CA:

Adoquines con 0% de CA: Los valores promedio de resistencia a compresión son los más bajos, alcanzando 197.14 kg/cm<sup>2</sup>. Esto establece la referencia base para evaluar la mejora o disminución en la resistencia debido a la adición de cenizas.

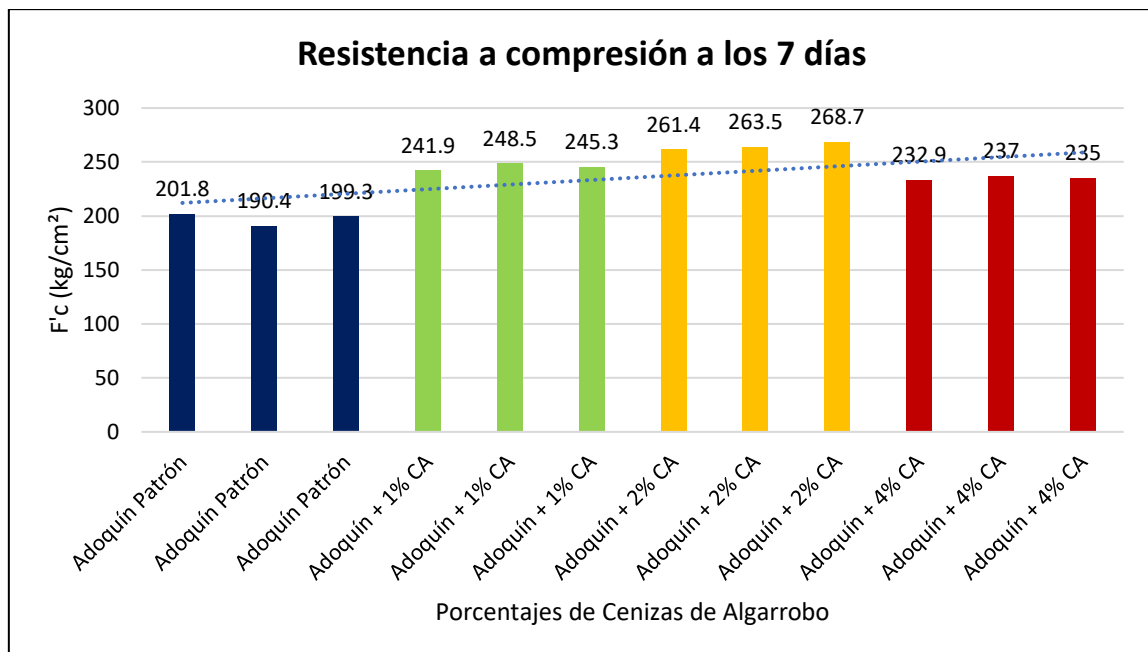
Adoquines con 1% de CA: La resistencia aumenta significativamente, alcanzando un promedio de 245.23 kg/cm<sup>2</sup>. Este incremento sugiere que pequeñas cantidades de cenizas de algarrobo mejoran notablemente la resistencia a compresión.

Adoquines con 2% de CA: Se observa el mayor valor promedio de resistencia a compresión, con 264.53 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que este porcentaje de cenizas es óptimo para mejorar la resistencia del adoquín.

Adoquines con 4% de CA: Aunque la resistencia sigue siendo mayor que la del patrón (0% de CA), disminuye respecto al 2% de CA, alcanzando un promedio de 234.97 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere que un exceso de cenizas podría generar una disminución en las propiedades mecánicas del material.

### Figura 19

Gráfica de F'c a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA



Nota: La gráfica ilustra los valores de resistencia a compresión de adoquines a los 7 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquín patrón (sin cenizas):

Los valores más bajos de resistencia a compresión se encuentran en los adoquines patrón (sin cenizas de algarrobo), con un promedio cercano a los 197 kg/cm<sup>2</sup>, distribuyéndose entre 190.4 y 201.8 kg/cm<sup>2</sup>. Esto establece la línea base para comparar el impacto del uso de cenizas en la mezcla.

Adoquines con 1% de CA:

Se evidencia un aumento significativo en la resistencia, alcanzando valores de hasta 245.3 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una mejora considerable respecto a los adoquines patrón. Esto sugiere que incluso pequeñas cantidades de CA refuerzan la resistencia del material.

Adoquines con 2% de CA:

Este grupo muestra la mayor resistencia promedio, con valores que oscilan entre 261.4 y 268.7 kg/cm<sup>2</sup>, consolidando el 2% de CA como la dosificación óptima. La mejora puede atribuirse a una mejor compactación o a una interacción química favorable con el cemento.

Adoquines con 4% de CA:

Aunque la resistencia sigue siendo mayor que la de los adoquines patrón, presenta una reducción respecto al 1% y 2% de CA, con valores promedio de 234 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que un exceso de cenizas podría afectar negativamente la cohesión o la hidratación del cemento, disminuyendo el rendimiento mecánico.

Tendencia general:

La gráfica muestra una tendencia ascendente en la resistencia con el incremento de CA hasta el 2%, seguida de un descenso con el 4%. Esto evidencia que las cenizas de algarrobo pueden actuar como un aditivo de refuerzo en dosis controladas, pero en exceso pueden generar saturación o interferencias en la mezcla.

**Tabla 11**

*Compresión del adoquín a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

<b>N°</b>	<b>Adoquín</b>	<b>Edad</b>	<b>Carga (kg.)</b>	<b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio</b>
1	Adoquín patrón con 0% de CA	14 días	49336.00	246.70	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	14 días	49319.00	246.60	247.80
3	Adoquín patrón con 0% de CA	14 días	50025.00	250.10	
4	Adoquín con 1% de CA	14 días	63456.00	317.30	
5	Adoquín con 1% de CA	14 días	63495.00	317.50	318.71
6	Adoquín con 1% de CA	14 días	64275.0	321.40	
7	Adoquín con 2% de CA	14 días	73475.00	367.40	
8	Adoquín con 2% de CA	14 días	72956.00	364.80	366.41
9	Adoquín con 2% de CA	14 días	73415.00	367.10	
10	Adoquín con 4% de CA	14 días	70560.00	352.80	
11	Adoquín con 4% de CA	14 días	70452.00	352.30	353.33
12	Adoquín con 4% de CA	14 días	70986.00	354.90	

*Nota:* La tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión de adoquines a los 14 días de curado, incorporando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA).

Adoquines patrón (0% de CA): Los adoquines sin adición de cenizas de algarrobo tienen un promedio de resistencia de 247.80 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el valor base de referencia. Esto representa una mejora moderada en comparación con los resultados obtenidos a los 7 días, indicando un desarrollo típico de resistencia en el tiempo.

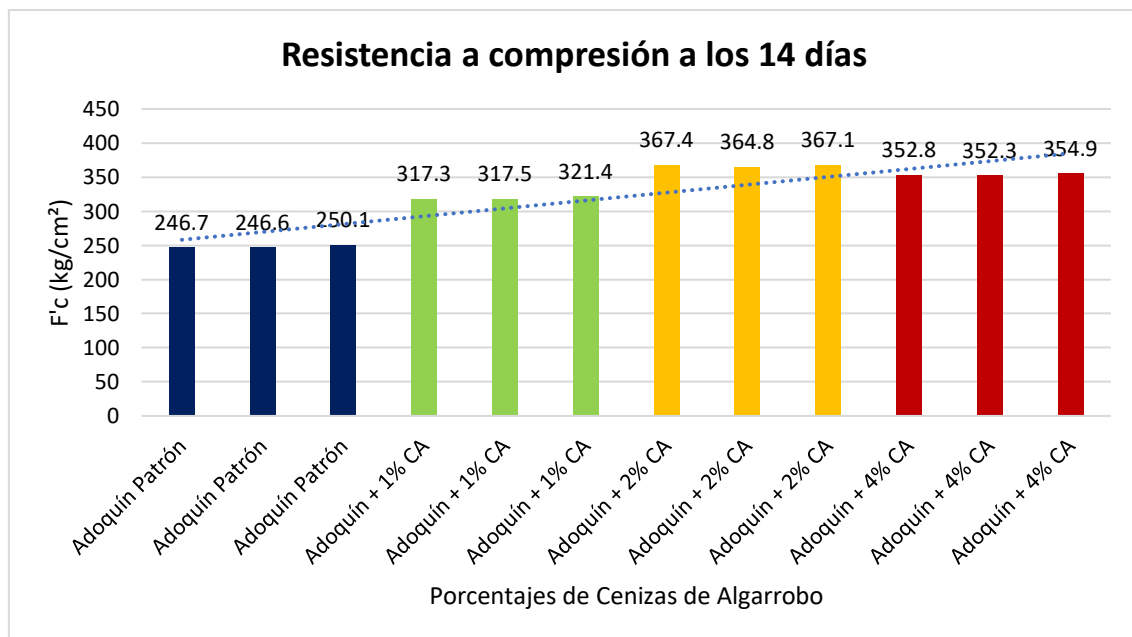
Adoquines con 1% de CA: Estos adoquines presentan un incremento significativo en la resistencia promedio a 318.71 kg/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a un aumento del 28.6% respecto al adoquín patrón. Esto demuestra que la adición de un 1% de CA optimiza la microestructura del material, mejorando su desempeño mecánico.

Adoquines con 2% de CA: La resistencia promedio alcanza su punto máximo en este grupo, con 366.41 kg/cm<sup>2</sup>, lo que implica una mejora del 47.8% respecto al patrón. Esto indica que el 2% de CA sigue siendo la dosificación óptima para maximizar la resistencia mecánica del adoquín.

Adoquines con 4% de CA: Aunque se observa un valor promedio de resistencia de 353.33 kg/cm<sup>2</sup>, que sigue siendo superior al adoquín patrón, es menor al logrado con el 2% de CA. Este comportamiento sugiere que un exceso de cenizas puede comprometer la cohesión del material o interferir con la hidratación del cemento.

**Figura 20**

Gráfica de f'c a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA



Nota: La gráfica ilustra los valores de F'c de adoquines a los 14 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquines patrón (0% de CA): Los valores promedio de resistencia para los adoquines patrón oscilan entre 246.6 y 250.1 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio cercano a 247.8 kg/cm<sup>2</sup>. Este grupo establece la referencia base para evaluar el impacto de las cenizas en la resistencia.

Adoquines con 1% de CA: Con valores entre 317.3 y 321.4 kg/cm<sup>2</sup>, este grupo presenta una mejora significativa en comparación con los adoquines patrón, logrando un promedio de 318.7 kg/cm<sup>2</sup>. Esto representa un incremento de aproximadamente un 28.6%, lo que indica un impacto positivo de la adición de pequeñas cantidades de CA.

Adoquines con 2% de CA: Este grupo alcanza el mejor desempeño con valores entre 364.8 y 367.4 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un promedio de 366.4 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una mejora del 47.8% respecto al adoquín patrón. Este resultado reafirma que el 2% de CA es el nivel óptimo para maximizar la resistencia.

Adoquines con 4% de CA: Aunque la resistencia promedio de 353.3 kg/cm<sup>2</sup> es superior a la del adoquín patrón, muestra un descenso respecto al grupo con 2% de CA. Esto puede deberse a una saturación de la mezcla o interferencias en la hidratación del cemento debido al exceso de cenizas.

Tendencias observadas:

La resistencia a compresión aumenta progresivamente desde 0% hasta el 2% de CA. Con el 4% de CA, aunque los valores siguen siendo altos, se observa una ligera disminución, lo que indica que el exceso de cenizas puede no ser completamente beneficioso para las propiedades mecánicas.

**Tabla 12***Compresión del adoquín a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

N°	Adoquín	Edad	Carga (kg.)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
1	Adoquín patrón con 0% de CA	28 días	60525.00	302.60	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	28 días	63753.00	318.80	311.38
3	Adoquín patrón con 0% de CA	28 días	62547.00	312.70	
4	Adoquín con 1% de CA	28 días	83827.00	419.10	
5	Adoquín con 1% de CA	28 días	82659.00	413.30	416.06
6	Adoquín con 1% de CA	28 días	83147.00	415.70	
7	Adoquín con 2% de CA	28 días	91435.00	457.20	
8	Adoquín con 2% de CA	28 días	91948.00	459.70	462.93
9	Adoquín con 2% de CA	28 días	94375.00	471.90	
10	Adoquín con 4% de CA	28 días	86549.00	432.70	
11	Adoquín con 4% de CA	28 días	87838.00	439.20	435.64
12	Adoquín con 4% de CA	28 días	86997.00	435.00	

*Nota:* La tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión de adoquines a los 28 días de curado, incorporando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA).

Adoquines patrón (0% de CA): Los adoquines sin cenizas muestran un promedio de resistencia de 311.38 kg/cm<sup>2</sup>. Esto representa un incremento notable respecto a los valores obtenidos a los 14 días (247.80 kg/cm<sup>2</sup>), destacando el desarrollo continuo de resistencia a lo largo del tiempo.

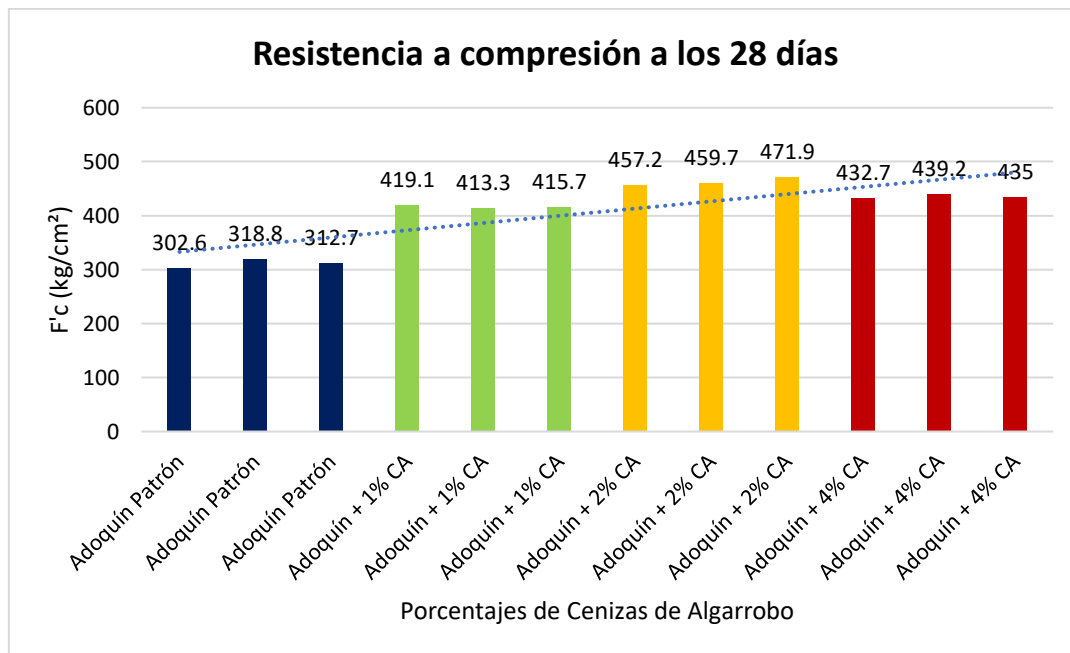
Adoquines con 1% de CA: Este grupo presenta una resistencia promedio de 416.06 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un incremento del 33.6% respecto a los adoquines patrón. La adición del 1% de CA refuerza notablemente la resistencia del material.

Adoquines con 2% de CA: Este grupo alcanza el valor más alto de resistencia a compresión con un promedio de 462.93 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando una mejora del 48.6% respecto al adoquín patrón. Este resultado confirma que el 2% de CA es la dosificación óptima, maximizando las propiedades mecánicas del adoquín.

Adoquines con 4% de CA: Aunque este grupo muestra una resistencia promedio de 435.64 kg/cm<sup>2</sup>, superior al adoquín patrón y al grupo con 1% de CA, es inferior al grupo con 2%. Este comportamiento podría deberse a una saturación en la mezcla que limita el desarrollo adicional de resistencia.

**Figura 21**

Gráfica de  $f'_c$  a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA



Nota: La gráfica ilustra los valores de  $F'_c$  de adoquines a los 28 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquines patrón (0% de CA): Los valores de resistencia para los adoquines sin cenizas oscilan entre 302.6 y 318.8 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 311.38 kg/cm<sup>2</sup>. Este grupo sirve como base para evaluar el efecto positivo de las cenizas en la resistencia del material.

Adoquines con 1% de CA: La resistencia promedio aumenta a 416.06 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando una mejora significativa de aproximadamente un 33.6% en comparación con los adoquines patrón. Este resultado sugiere que pequeñas adiciones de cenizas fortalecen considerablemente la mezcla.

Adoquines con 2% de CA: Este grupo alcanza la máxima resistencia promedio, con 462.93 kg/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a una mejora del 48.6% respecto al adoquín patrón. Los valores individuales reflejan un desempeño constante, consolidando el 2% de CA como la dosificación óptima para maximizar la resistencia a compresión.

Adoquines con 4% de CA: Aunque los valores promedio de resistencia (435.64 kg/cm<sup>2</sup>) siguen siendo superiores a los del patrón, muestran una leve disminución respecto al grupo con 2% de CA. Esto puede atribuirse a un exceso de cenizas, que podría interferir con el proceso de hidratación del cemento, limitando el desarrollo óptimo de resistencia.

#### Tendencias generales:

La resistencia a compresión incrementa progresivamente con el tiempo de curado en todos los grupos, destacando la importancia del periodo de 28 días para alcanzar la resistencia máxima. La adición de cenizas de algarrobo mejora significativamente la resistencia hasta el 2%, seguido de una ligera disminución en el grupo con 4%, confirmando que la dosificación óptima se encuentra en un nivel intermedio.

B. Absorción del adoquín de 20 cm de largo x 10 cm de ancho x 4 cm de alto con cenizas de algarrobo al 1%, 2% y 4%

**Tabla 13**

*Absorción del adoquín a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

N°	Adoquín	Peso seco (kg.)	Peso húmedo (kg.)	Peso de agua (kg.)	Absorción	Promedio
1	Adoquín patrón con 0% de CA	1882.50	2004.10	121.50	6.45	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	1872.30	1989.60	117.30	6.27	6.41
3	Adoquín patrón con 0% de CA	1881.60	2004.30	122.70	6.52	
4	Adoquín con 1% de CA	1869.40	1983.50	114.10	5.75	
5	Adoquín con 1% de CA	1874.60	1990.40	115.80	5.82	5.75
6	Adoquín con 1% de CA	1891.50	2005.10	113.60	5.67	
7	Adoquín con 2% de CA	1896.30	2004.30	108.00	5.39	
8	Adoquín con 2% de CA	1890.30	1999.50	109.20	5.46	5.43
9	Adoquín con 2% de CA	1888.90	1997.50	108.60	5.44	
10	Adoquín con 4% de CA	1892.30	1993.50	101.20	5.08	
11	Adoquín con 4% de CA	1889.50	1990.50	101.00	5.07	5.10
12	Adoquín con 4% de CA	1878.60	1980.60	102.00	5.15	

*Nota:* La tabla presenta los datos de absorción de agua de adoquines fabricados con diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) a los 7 días.

Adoquines patrón (0% de CA): Presentan la mayor absorción promedio de agua (6.41%). Esto sugiere que la ausencia de CA no contribuye a mejorar la resistencia a la absorción.

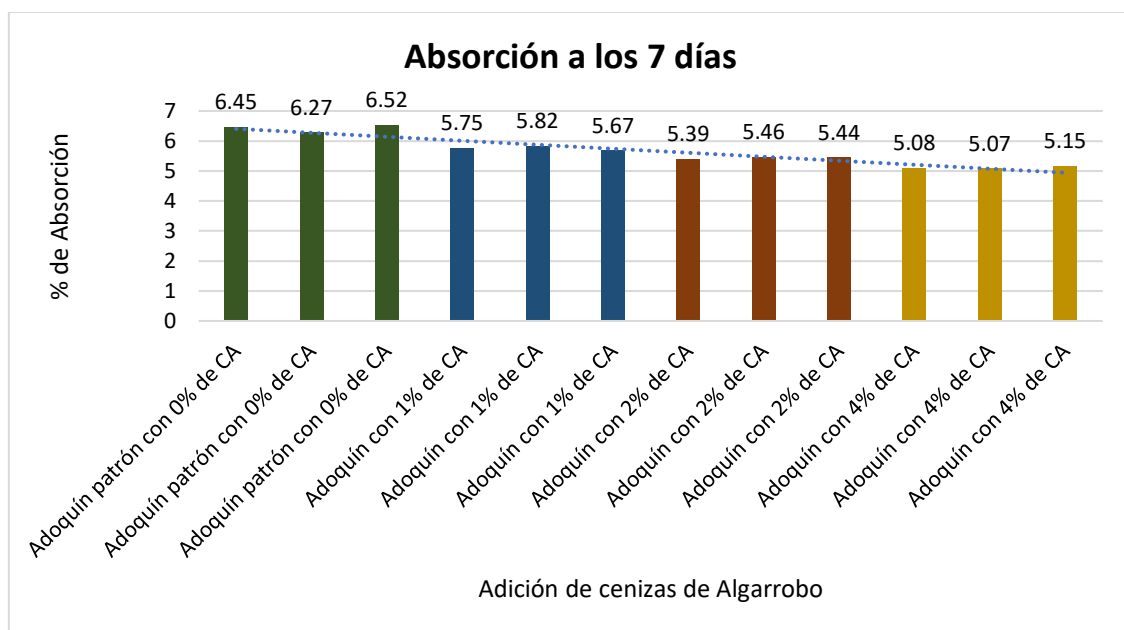
Adoquines con 1% de CA: Se observa una reducción en la absorción promedio (5.75%), indicando que una pequeña adición de CA mejora ligeramente la capacidad del adoquín para resistir la absorción de agua.

Adoquines con 2% de CA: La absorción continúa disminuyendo (5.43%), lo que confirma que el incremento del porcentaje de CA mejora la resistencia al agua.

Adoquines con 4% de CA: Registran la menor absorción promedio (5.10%), mostrando que un mayor contenido de CA tiene un efecto positivo en la reducción de la absorción.

**Figura 22**

*Absorción de adoquines a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*



*Nota:* La gráfica ilustra los valores de absorción de adoquines a los 7 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquín patrón (0% de CA): Los adoquines sin adición de cenizas de algarrobo tienen los valores más altos de absorción, entre 6.27% y 6.45%.

Efecto de la adición de CA: A medida que se incrementa la cantidad de cenizas de algarrobo, se observa una tendencia general a la disminución del porcentaje de absorción:

Con 1% de CA, la absorción disminuye ligeramente, con valores cercanos a 5.75% y 5.82%.

Con 2% de CA, la absorción baja aún más, alcanzando valores alrededor de 5.39% y 5.46%.

Con 4% de CA, la absorción es la más baja, en el rango de 5.08% a 5.15%.

Tendencia general: El uso de cenizas de algarrobo parece mejorar la resistencia al agua de los adoquines, ya que reduce su porcentaje de absorción. Las cenizas actúan como un material que incrementa la densidad o compactación del adoquín.

**Tabla 14***Absorción del adoquín a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

N°	Adoquín	Peso seco (kg.)	Peso húmedo (kg.)	Peso de agua (kg.)	Absorción	Promedio
1	Adoquín patrón con 0% de CA	1836.50	1943.30	106.80	5.82	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	1842.10	1947.20	105.10	5.71	5.75
3	Adoquín patrón con 0% de CA	1836.40	1941.40	105.00	5.72	
4	Adoquín con 1% de CA	1872.50	1979.10	106.60	5.39	
5	Adoquín con 1% de CA	1867.40	1972.60	105.20	5.33	5.31
6	Adoquín con 1% de CA	1872.10	1975.30	103.20	5.22	
7	Adoquín con 2% de CA	1874.60	1974.80	100.20	5.07	
8	Adoquín con 2% de CA	1885.60	1985.90	100.30	5.05	5.04
9	Adoquín con 2% de CA	1879.60	1978.60	99.00	5.00	
10	Adoquín con 4% de CA	1892.30	1982.50	90.20	4.55	
11	Adoquín con 4% de CA	1894.20	1984.80	90.60	4.56	4.57
12	Adoquín con 4% de CA	1876.30	1966.70	90.40	4.60	

*Nota:* La tabla presenta los datos de absorción de agua de adoquines fabricados con diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) a los 14 días.

Adoquín patrón (0% de CA): Peso seco y húmedo: Los adoquines sin cenizas tienen pesos secos y húmedos promedio de 1838.33 kg y 1943.97 kg, respectivamente.

Absorción de agua: La absorción promedio es de 5.75%, lo cual es el valor más alto entre todas las muestras, indicando mayor porosidad.

Adoquín con 1% de CA: Peso seco y húmedo: El peso seco promedio aumenta ligeramente (1870.67 kg), al igual que el peso húmedo (1975.67 kg).

Absorción de agua: La absorción baja a un promedio de 5.31%, lo que muestra una mejora respecto al adoquín patrón.

Adoquín con 2% de CA: Peso seco y húmedo: Hay un aumento en el peso seco promedio (1880.60 kg) y peso húmedo (1979.77 kg).

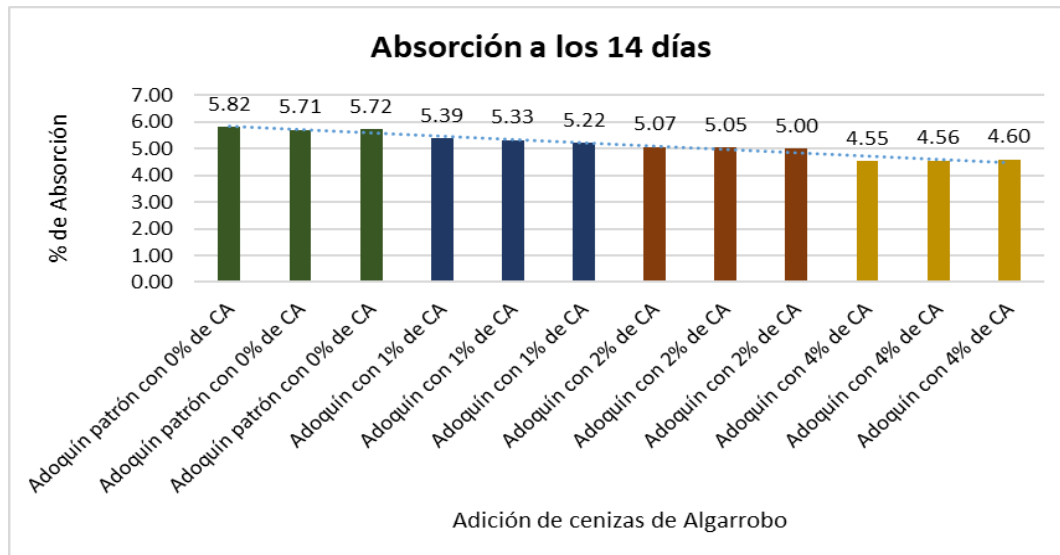
Absorción de agua: La absorción continúa disminuyendo a 5.04%, reflejando una mejora notable en la densidad del material.

Adoquín con 4% de CA: Peso seco y húmedo: Este grupo presenta el mayor peso seco promedio (1887.60 kg) y peso húmedo promedio (1978.67 kg).

Absorción de agua: La absorción promedio es la más baja (4.57%), indicando que el aumento de cenizas de algarrobo mejora significativamente la resistencia al agua.

**Figura 23**

*Absorción de adoquines a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*



*Nota:* La gráfica ilustra los valores de absorción de adoquines a los 14 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquín patrón (0% de CA):

Los adoquines sin adición de cenizas (0% de CA) presentan los valores más altos de absorción, oscilando entre 5.71% y 5.82%. Esto indica mayor porosidad y menor resistencia al agua.

Adoquín con 1% de CA:

Con 1% de CA, se observa una disminución en la absorción, con valores entre 5.22% y 5.39%. Esto demuestra una mejora en la resistencia al agua, probablemente debido a una mejor compactación del material.

Adoquín con 2% de CA:

La absorción sigue disminuyendo, con valores entre 5.00% y 5.07%. Este comportamiento sugiere una mayor reducción en la porosidad del adoquín con esta proporción de cenizas.

Adoquín con 4% de CA:

Este grupo tiene los valores más bajos de absorción, entre 4.55% y 4.60%, lo que indica un desempeño superior en términos de resistencia al agua.

**Tabla 15***Absorción del adoquín a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

N°	Adoquín	Peso seco (kg.)	Peso húmedo (kg.)	Peso de agua (kg.)	Absorción	Promedio
1	Adoquín patrón con 0% de CA	1884.60	1984.10	99.50	5.28	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	1866.30	1961.10	94.80	5.08	5.17
3	Adoquín patrón con 0% de CA	1875.60	1972.30	96.70	5.16	
4	Adoquín con 1% de CA	1872.40	1965.70	93.30	4.75	
5	Adoquín con 1% de CA	1862.10	1955.60	93.50	4.78	4.75
6	Adoquín con 1% de CA	1869.50	1962.20	92.70	4.72	
7	Adoquín con 2% de CA	1843.80	1930.60	86.80	4.50	
8	Adoquín con 2% de CA	1904.70	1994.60	89.90	4.51	4.49
9	Adoquín con 2% de CA	1879.50	1967.30	87.80	4.46	
10	Adoquín con 4% de CA	1898.60	1969.40	70.80	3.60	
11	Adoquín con 4% de CA	1864.40	1935.40	71.00	3.67	3.62
12	Adoquín con 4% de CA	1875.10	1946.30	70.20	3.61	

*Nota:* La tabla presenta los datos de absorción de agua de adoquines fabricados con diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) a los 28 días.

Adoquines patrón (0% de CA): La absorción promedio es de 5.17%, la más alta entre todas las muestras. Esto confirma que los adoquines sin adición de CA tienen mayor porosidad y menor resistencia a la absorción de agua.

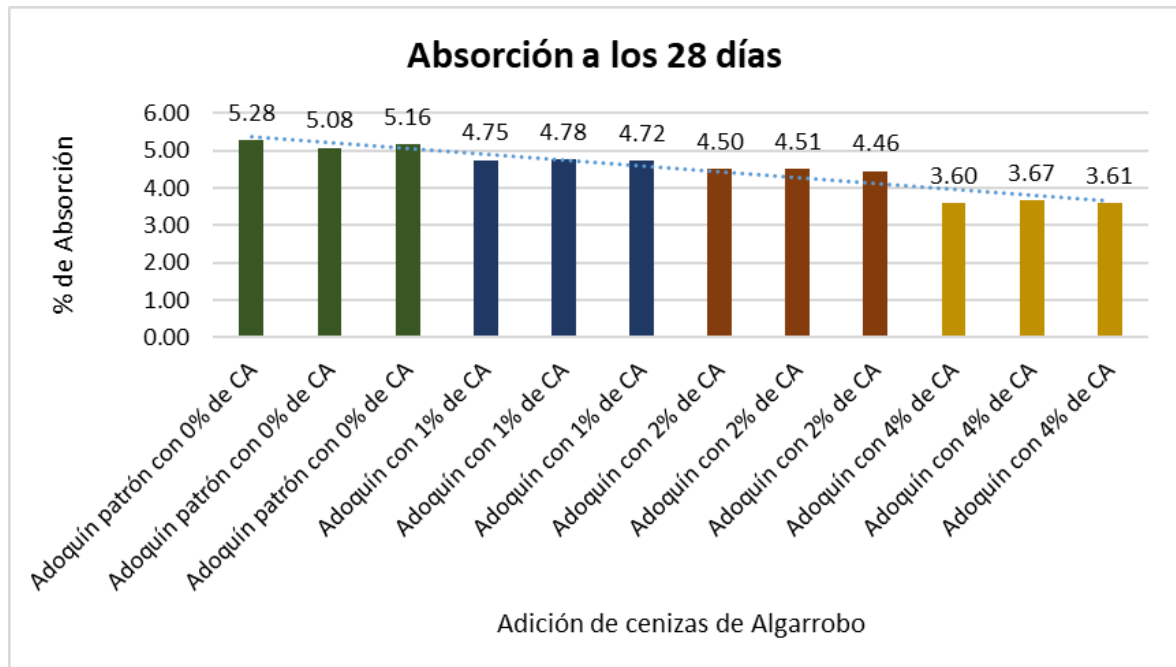
Adoquines con 1% de CA: La absorción promedio disminuye a 4.75%, evidenciando que incluso una pequeña cantidad de cenizas mejora las propiedades de resistencia al agua del adoquín.

Adoquines con 2% de CA: La absorción baja aún más, alcanzando un promedio de 4.49%, lo que sugiere que la adición de CA sigue reduciendo la permeabilidad al agua.

Adoquines con 4% de CA: Presentan la menor absorción promedio, con 3.62%, lo que implica una mejora significativa en la resistencia a la absorción. Este resultado refleja que un 4% de cenizas de algarrobo proporciona una matriz más densa y compacta, reduciendo considerablemente la absorción de agua.

**Figura 24**

*Absorción de adoquines a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*



*Nota:* La gráfica ilustra los valores de absorción de adoquines a los 28 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquín patrón (0% de CA):

Los adoquines sin cenizas (0% de CA) presentan los valores más altos de absorción, entre 5.08% y 5.28%. Esto sugiere que son los más porosos y menos resistentes al agua.

Adoquín con 1% de CA:

La absorción disminuye a un rango de 4.72% a 4.78%. Esto indica que incluso una pequeña cantidad de cenizas de algarrobo mejora la densidad y resistencia al agua del material.

Adoquín con 2% de CA:

Con 2% de CA, la absorción continúa reduciéndose, con valores entre 4.46% y 4.51%. Este resultado evidencia una tendencia positiva hacia la reducción de porosidad.

Adoquín con 4% de CA:

Los adoquines con 4% de CA tienen la menor absorción, con valores entre 3.60% y 3.67%. Esto representa una mejora significativa en la resistencia al agua, consolidando esta proporción como la más efectiva.

C. Resistencia de abrasión del adoquín de 20 cm de largo x 10 cm de ancho x 4 cm de alto con cenizas de algarrobo al 1%, 2% y 4%

**Tabla 16**

*Abrasión del adoquín a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

N°	Adoquín	Peso total	Pérdida post ensayo	Peso obtenido	Peso de esferas	% Obtenido	Promedio
1	Adoquín patrón con 0% de CA	10009.20	3606.90	6402.30	400 – 420	36.00	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	10009.10	3585.60	6423.50	391 – 445	35.80	36
3	Adoquín patrón con 0% de CA	10007.30	3617.80	6389.50	392 – 445	36.20	
4	Adoquín con 1% de CA	10024.00	2778.70	7245.30	400 – 420	27.70	
5	Adoquín con 1% de CA	10011.70	2790.40	7221.30	391 – 445	27.90	28.10
6	Adoquín con 1% de CA	10104.80	2903.30	7201.50	392 – 445	28.70	
7	Adoquín con 2% de CA	10019.60	3013.60	7006.00	400 – 420	30.10	
8	Adoquín con 2% de CA	10022.60	3012.60	7010.00	391 – 445	30.10	30.00
9	Adoquín con 2% de CA	10029.20	2983.20	7046.00	392 – 445	29.70	
10	Adoquín con 4% de CA	10023.10	3664.00	6359.10	400 – 420	36.60	
11	Adoquín con 4% de CA	10020.70	3635.60	6385.10	391 – 445	36.30	36.50
12	Adoquín con 4% de CA	10020.20	3670.10	6350.10	392 – 445	36.60	

*Nota:* La tabla presenta los datos de abrasión de agua de adoquines fabricados con diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) a los 7 días.

Adoquín patrón (0% de CA): Pérdida post ensayo: Se reporta una pérdida de peso promedio de 3603.43 g, resultando en un porcentaje de material obtenido del 36%. Este grupo presenta una menor resistencia a la abrasión en comparación con adoquines con adición de CA.

Adoquín con 1% de CA: Pérdida post ensayo: La pérdida de peso disminuye notablemente, promediando 2824.80 g, con un porcentaje obtenido de 28.10%. Esto indica que incluso una pequeña cantidad de cenizas mejora la resistencia a la abrasión, reduciendo significativamente la pérdida de material.

Adoquín con 2% de CA: Pérdida post ensayo: La pérdida promedio aumenta ligeramente respecto al adoquín con 1% de CA, promediando 3003.13 g, con un porcentaje obtenido de 30%. Aunque la resistencia es inferior a la del adoquín con 1% de CA, sigue mostrando una mejora respecto al adoquín patrón.

Adoquín con 4% de CA: Pérdida post ensayo: Los adoquines con 4% de CA tienen una pérdida de peso promedio de 3656.57 g, resultando en un porcentaje obtenido de 36.50%. Estos valores son similares a los del adoquín patrón, lo que sugiere que, en este caso, una mayor cantidad de cenizas no mejora la resistencia a la abrasión y podría afectar negativamente.

**Figura 25**

*Abrasión de adoquines a los 7 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*



*Nota:* La gráfica ilustra los valores de abrasión de adoquines a los 7 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquín patrón (0% de CA): Los adoquines sin adición de cenizas tienen un porcentaje de abrasión promedio cercano al 36%, con valores ligeramente consistentes entre las réplicas. Esto indica una mayor pérdida de material durante el ensayo de abrasión, reflejando menor resistencia a este tipo de desgaste.

Adoquín con 1% de CA: Este grupo muestra la mejor resistencia a la abrasión, con los valores más bajos de abrasión, promediando entre 27.7% y 28.7%. Esto evidencia que la adición de un pequeño porcentaje de cenizas de algarrobo mejora considerablemente la resistencia de los adoquines, probablemente debido a una mejor compactación y cohesión del material.

Adoquín con 2% de CA: La abrasión aumenta ligeramente en comparación con el grupo anterior, con valores promedio de 29.7% a 30.1%. Aunque sigue mostrando una mejora en comparación con el adoquín patrón, no es tan eficiente como el grupo con 1% de CA.

Adoquín con 4% de CA: Este grupo tiene un porcentaje de abrasión similar al adoquín patrón, con valores cercanos a 36.3% - 36.6%. Esto sugiere que una mayor cantidad de cenizas puede comprometer las propiedades mecánicas del adoquín, disminuyendo su resistencia al desgaste.

**Tabla 17***Abrasión del adoquín a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

N°	Adoquín	Peso total	Pérdida post ensayo	Peso obtenido	Peso de esferas	% Obtenido	Promedio
1	Adoquín patrón con 0% de CA	10001.80	3318.00	6683.80	400 – 420	33.20	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	10015.80	3312.30	6703.50	391 – 445	33.10	33.10
3	Adoquín patrón con 0% de CA	10002.00	3300.10	6701.90	392 – 445	33.00	
4	Adoquín con 1% de CA	10013.20	2624.35	7384.60	400 – 420	26.20	
5	Adoquín con 1% de CA	10015.40	2687.65	7396.30	391 – 445	25.95	26.50
6	Adoquín con 1% de CA	10019.20	2698.35	7385.25	392 – 445	27.36	
7	Adoquín con 2% de CA	10013.20	2625.90	7387.30	400 – 420	26.20	
8	Adoquín con 2% de CA	10015.40	2614.10	7401.30	391 – 445	26.10	26.20
9	Adoquín con 2% de CA	10018.20	2619.60	7398.60	392 – 445	26.10	
10	Adoquín con 4% de CA	10021.20	3345.90	6675.30	400 – 420	33.40	
11	Adoquín con 4% de CA	10023.50	3353.30	6670.20	391 – 445	33.50	33.40
12	Adoquín con 4% de CA	10022.50	3344.20	6678.30	392 – 445	33.40	

*Nota:* La tabla presenta los datos de abrasión de agua de adoquines fabricados con diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) a los 14 días.

Adoquines con 0% de CA (Adoquín patrón): Los adoquines con 0% de cenizas de algarrobo muestran una pérdida moderada durante el ensayo, con un promedio de 33.10% de abrasión. Los valores individuales están muy cerca unos de otros (33.20%, 33.10%, 33.00%), lo que indica una consistencia en el desempeño de los adoquines sin cenizas de algarrobo.

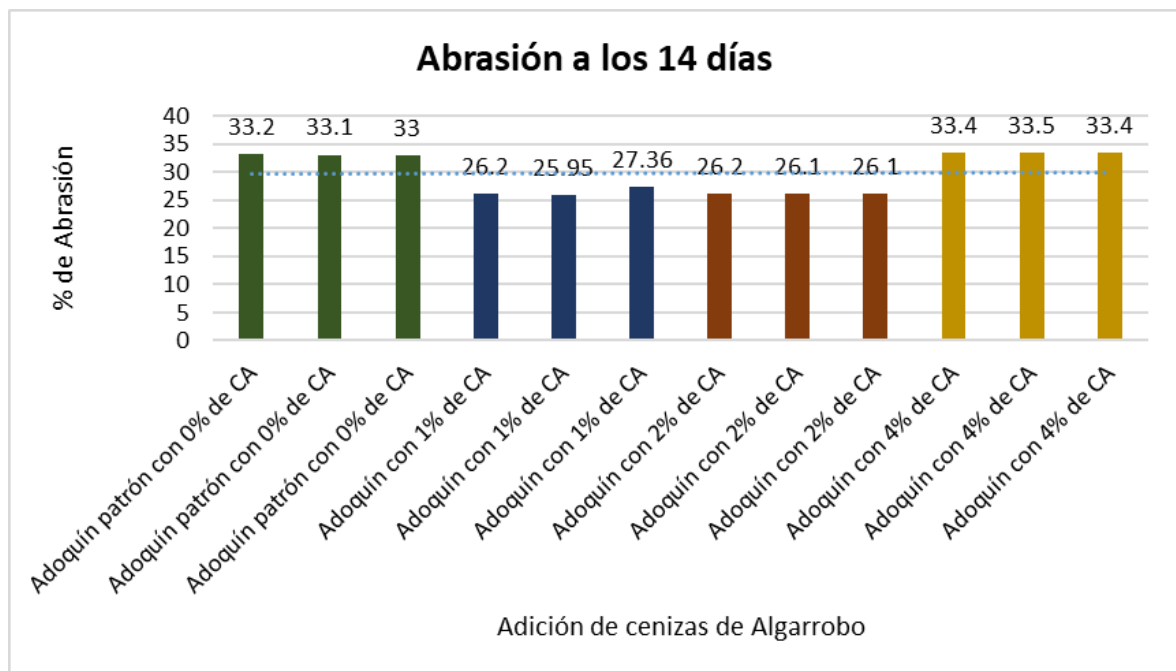
Adoquines con 1% de CA: Al agregar un 1% de cenizas de algarrobo, se observa una disminución en la abrasión en comparación con los adoquines sin cenizas. El porcentaje promedio de abrasión es de 26.50%, con variaciones entre 25.95% y 27.36%.

Adoquines con 2% de CA: Con un 2% de cenizas de algarrobo, los adoquines muestran una abrasión ligeramente inferior a la de los adoquines con 1%. El promedio de abrasión es de 26.20%, con valores de 26.20%, 26.10%, y 26.10%.

Adoquines con 4% de CA: Finalmente, los adoquines con un 4% de cenizas de algarrobo muestran un comportamiento similar al de los adoquines sin cenizas, con un promedio de 33.40% de abrasión. Los valores individuales son 33.40%, 33.50%, y 33.40%, lo que indica una abrasión ligeramente mayor que en los adoquines con un 1% y 2% de cenizas.

**Figura 26**

*Abrasión de adoquines a los 14 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*



*Nota:* La gráfica ilustra los valores de absorción de adoquines a los 14 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquines patrón con 0% de CA: Los tres valores de abrasión son 33.2%, 33.1%, y 33.0%, con un promedio de 33.1%. Esto indica que los adoquines sin cenizas tienen una resistencia a la abrasión constante pero mayor en comparación con los adoquines con 1% o 2% de cenizas, lo que muestra que la incorporación de cenizas puede mejorar este parámetro.

Adoquines con 1% de CA: Los valores de abrasión son 26.2%, 25.95%, y 27.36%, con un promedio de 26.50%. Este grupo muestra una reducción significativa en la abrasión en comparación con el adoquín patrón, lo que sugiere que una baja cantidad de cenizas de algarrobo mejora la resistencia al desgaste. Sin embargo, hay una ligera dispersión entre los valores individuales, lo que podría estar relacionado con la uniformidad en la mezcla o el ensayo.

Adoquines con 2% de CA: Los valores de abrasión son 26.2%, 26.1%, y 26.1%, con un promedio de 26.2%. Este grupo muestra valores muy consistentes y ligeramente superiores al 1%, lo que indica que el 2% de cenizas mantiene las mejoras en resistencia al desgaste observadas con el 1%. Sin embargo, no hay una mejora significativa al aumentar la concentración del 1% al 2%.

#### 4. Adoquines con 4% de CA:

Los valores de abrasión son 33.4%, 33.5%, y 33.4%, con un promedio de 33.4%.

La abrasión de este grupo es similar a la del adoquín patrón (0% de CA), lo que sugiere que una mayor concentración de cenizas no aporta beneficios adicionales y puede incluso anular las mejoras observadas con porcentajes menores.

#### Tendencias generales:

Los adoquines con 1% y 2% de CA presentan la mejor resistencia a la abrasión, con valores significativamente menores que el adoquín patrón. La incorporación de 4% de CA no mejora la resistencia y devuelve los valores de abrasión a niveles similares al adoquín sin cenizas. Esto evidencia que existe un límite óptimo para la cantidad de cenizas de algarrobo (entre 1% y 2%) que maximiza las propiedades mecánicas del adoquín.

**Tabla 18***Abrasión del adoquín a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*

N°	Adoquín	Peso total	Pérdida post ensayo	Peso obtenido	Peso de esferas	% Obtenido	Promedio
1	Adoquín patrón con 0% de CA	10009.40	3055.80	6953.60	400 – 420	30.50	
2	Adoquín patrón con 0% de CA	10015.60	3040.10	6975.50	391 – 445	30.40	30.40
3	Adoquín patrón con 0% de CA	10022.30	3032.70	6989.60	392 – 445	30.30	
4	Adoquín con 1% de CA	10024.00	2778.70	7245.30	400 – 420	27.70	
5	Adoquín con 1% de CA	10011.70	2790.40	7221.30	391 – 445	27.90	28.10
6	Adoquín con 1% de CA	10104.80	2903.30	7201.50	392 – 445	28.70	
7	Adoquín con 2% de CA	10024.40	2191.90	7832.50	400 – 420	21.90	
8	Adoquín con 2% de CA	10022.60	2192.40	7830.20	391 – 445	21.90	21.90
9	Adoquín con 2% de CA	10023.90	2211.60	7812.30	392 – 445	22.10	
10	Adoquín con 4% de CA	10019.70	2916.10	7103.60	400 – 420	29.10	
11	Adoquín con 4% de CA	10020.90	2916.70	7104.20	391 – 445	29.10	29.20
12	Adoquín con 4% de CA	10018.50	2931.20	7087.30	392 – 445	29.30	

*Nota:* La tabla presenta los datos de abrasión de agua de adoquines fabricados con diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) a los 28 días.

Adoquines patrón con 0% de CA: Los valores de abrasión son 30.50%, 30.40%, y 30.30%, con un promedio de 30.40%. Se nota una ligera mejora en resistencia a la abrasión en comparación con los resultados a los 14 días (33.1% en promedio), lo que es coherente con el aumento de resistencia mecánica debido al mayor tiempo de curado.

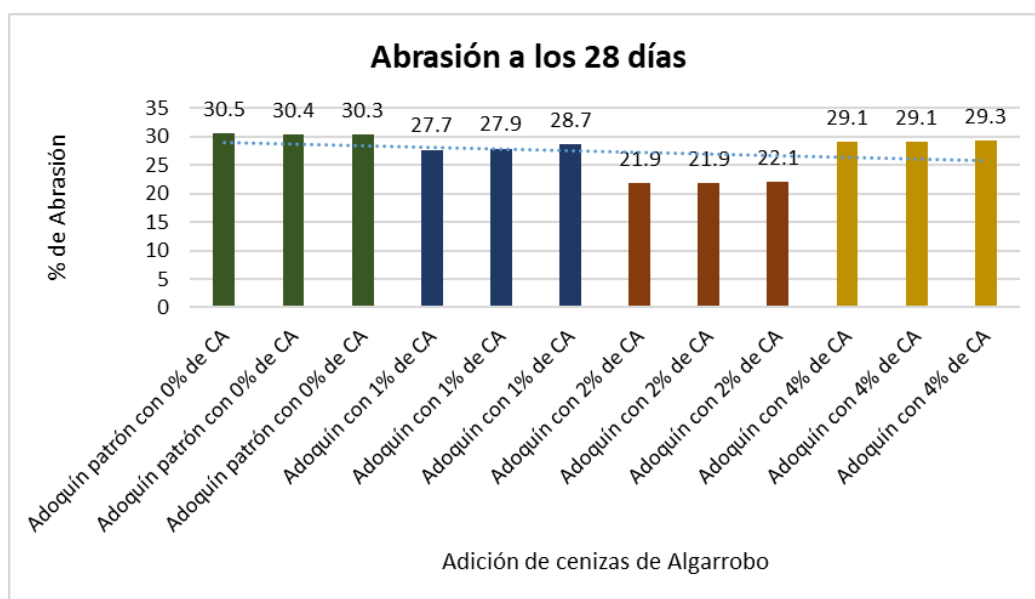
Adoquines con 1% de CA: Los valores de abrasión son 27.70%, 27.90%, y 28.70%, con un promedio de 28.10%. Se observa una reducción de 2.30 puntos porcentuales en la abrasión respecto al adoquín patrón, indicando que una baja cantidad de CA mejora la resistencia al desgaste. No obstante, el aumento de resistencia es moderado, y las variaciones entre las muestras (27.70% a 28.70%) reflejan pequeñas inconsistencias en la mezcla.

Adoquines con 2% de CA: Los valores de abrasión son 21.90%, 21.90%, y 22.10%, con un promedio de 21.90%. Este grupo presenta el menor porcentaje de abrasión, mostrando una mejora significativa respecto al adoquín patrón (0% de CA) y a los adoquines con 1% de CA. La reducción promedio es de 8.50 puntos porcentuales comparado con el patrón, indicando que el 2% de CA proporciona la mejor resistencia al desgaste.

Adoquines con 4% de CA: Los valores de abrasión son 29.10%, 29.10%, y 29.30%, con un promedio de 29.20%. Este grupo muestra una mayor abrasión que los adoquines con 1% y 2% de CA, y su comportamiento es más cercano al del adoquín patrón (0% de CA).

**Figura 27**

*Abrasión de adoquines a los 28 días con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*



*Nota:* La gráfica ilustra los valores de absorción de adoquines a los 28 días de curado, evaluando diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA) en su composición.

Adoquines con 0% de CA (patrón):

Los valores de abrasión son 30.5%, 30.4% y 30.3%, con un promedio de 30.4%. Este grupo establece la referencia, evidenciando una resistencia moderada al desgaste.

Adoquines con 1% de CA:

La abrasión disminuye a 27.7%, 27.9% y 28.7%, con un promedio de 28.1%. Este resultado indica una mejora en la resistencia a la abrasión respecto al patrón.

Adoquines con 2% de CA:

Este grupo presenta los mejores resultados, con valores de 21.9%, 21.9% y 22.1%, y un promedio de 21.9%. La disminución significativa de la abrasión demuestra que el 2% de CA es la dosificación más efectiva para mejorar la resistencia al desgaste.

Adoquines con 4% de CA:

Los valores de abrasión aumentan a 29.1%, 29.1% y 29.3%, con un promedio de 29.2%. Aunque hay una ligera mejora respecto al patrón, el desempeño es inferior al de las dosificaciones con 1% y 2% de CA.

La adición de cenizas de algarrobo reduce significativamente la abrasión de los adoquines, especialmente con una dosificación del 2%, que muestra el mejor rendimiento. Dosificaciones superiores, como el 4%, no aportan mejoras adicionales y pueden revertir los beneficios. Esto evidencia que el 2% de CA es la dosificación óptima para maximizar la resistencia a la abrasión en adoquines de concreto para pavimentos peatonales.

**Cuarto objetivo específico:** Determinar la influencia de adición de cenizas de algarrobo en el costo de elaboración de adoquines peatonales, Piura 2024.

1. Se establece costos de materiales y luego se evalúa cómo cambian con la sustitución del cemento por cenizas de algarrobo (CA) al 0%, 1%, 2% y 4%

Costos iniciales:

Cemento: S/ 31.00 por bolsa de 42.5 kg → S/ 0.729/kg.

Cenizas de algarrobo: S/ 5.50 por litro.

Agua: S/ 0.20 por litro.

Arena gruesa: S/ 18.00 por m<sup>3</sup>.

Piedra chancada: S/ 20.00 por m<sup>3</sup>.

2. Diseño de mezcla base por m<sup>3</sup> de concreto

Cemento: 510 kg.

Arena gruesa: 710.3 kg (~0.473 m<sup>3</sup>).

Piedra chancada: 755.2 kg (~0.377 m<sup>3</sup>).

Agua: 262.6 litros.

3. Producción: Un metro cúbico de mezcla produce aproximadamente 40 adoquines.

4. Cálculo de costo según porcentaje de adición de cenizas de algarrobo

**Tabla 19**

*Cálculo del costo base 0% de CA*

<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Parcial</b>
Cemento	510 kg.	S/. 0.729 cada Kg.	S/. 371.79
Arena	0.473 m <sup>3</sup>	S/. 18.00 cada m <sup>3</sup>	S/. 8.51
Piedra Chancada	0.377 m <sup>3</sup>	S/. 20.00 cada m <sup>3</sup>	S/. 7.54
Agua	262.20 L	S/. 262.60 cada L	S/. 52.52
Total:			S/. 440.36

*Nota:* Se detalla el precio calculado por cantidad de materiales para 1 m<sup>3</sup> de mezcla, para 40 adoquines aproximadamente.

El cálculo muestra el costo total por metro cúbico de concreto sin la adición de cenizas de algarrobo, donde el mayor componente es el cemento (S/ 371.79), seguido por los costos de agua (S/ 52.52), arena (S/ 8.51) y piedra chancada (S/ 7.54). El costo total del metro cúbico se establece en S/ 440.36. Al dividir este valor entre los 40 adoquines producidos por metro cúbico, se obtiene un costo unitario de S/ 11.01 por adoquín (0% CA).

**Tabla 20**

*Cálculo del costo base 1% de CA*

<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Parcial</b>
Cemento	504.90 kg.	S/. 0.729 cada Kg.	S/. 368.06
Arena	0.473 m <sup>3</sup>	S/. 18.00 cada m <sup>3</sup>	S/. 8.51
Piedra Chancada	0.377 m <sup>3</sup>	S/. 20.00 cada m <sup>3</sup>	S/. 7.54
Agua	262.20 L	S/. 262.60 cada L	S/. 52.52
Cenizas Algarrobo	5.10 L	S/. 5.50 cada L	S/. 28.05
Total:			S/. 464.68

*Nota:* Se detalla el precio calculado por cantidad de materiales para 1 m<sup>3</sup> de mezcla, para 40 adoquines con 1% de CA aproximadamente.

El cálculo muestra el costo total por metro cúbico de concreto con la adición de 1% cenizas de algarrobo, donde el mayor componente es el cemento (S/ 368.06), seguido por los costos de agua (S/ 52.52), arena (S/ 8.51) y piedra chancada (S/ 7.54). El costo total del metro cúbico se establece en S/ 464.68. Al dividir este valor entre los 40 adoquines producidos por metro cúbico, se obtiene un costo unitario de S/ 11.62 por adoquín (1% CA).

**Tabla 21**

*Cálculo del costo base 2% de CA*

<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Parcial</b>
Cemento	499.80 kg.	S/. 0.729 cada Kg.	S/. 364.32
Arena	0.473 m <sup>3</sup>	S/. 18.00 cada m <sup>3</sup>	S/. 8.51
Piedra Chancada	0.377 m <sup>3</sup>	S/. 20.00 cada m <sup>3</sup>	S/. 7.54
Agua	262.20 L	S/. 262.60 cada L	S/. 52.52
Cenizas Algarrobo	10.20 L	S/. 5.50 cada L	S/. 56.10
Total:			S/. 488.99

*Nota:* Se detalla el precio calculado por cantidad de materiales para 1 m<sup>3</sup> de mezcla, para 40 adoquines con 2% de CA aproximadamente.

El cálculo muestra el costo total por metro cúbico de concreto con la adición de 1% cenizas de algarrobo, donde el mayor componente es el cemento (S/ 364.32), seguido por los costos de agua (S/ 52.52), arena (S/ 8.51) y piedra chancada (S/ 7.54). El costo total del metro cúbico se establece en S/ 488.99. Al dividir este valor entre los 40 adoquines producidos por metro cúbico, se obtiene un costo unitario de S/ 12.22 por adoquín (2% CA).

**Tabla 22**

*Cálculo del costo base 4% de CA*

<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Parcial</b>
Cemento	479.60 kg.	S/. 0.729 cada Kg.	S/. 356.85
Arena	0.473 m <sup>3</sup>	S/. 18.00 cada m <sup>3</sup>	S/. 8.51
Piedra Chancada	0.377 m <sup>3</sup>	S/. 20.00 cada m <sup>3</sup>	S/. 7.54
Agua	262.20 L	S/. 262.60 cada L	S/. 52.52
Cenizas Algarrobo	20.40 L	S/. 5.50 cada L	S/. 112.20
<b>Total:</b>			<b>S/. 537.62</b>

*Nota:* Se detalla el precio calculado por cantidad de materiales para 1 m<sup>3</sup> de mezcla, para 40 adoquines con 4% de CA aproximadamente.

El cálculo muestra el costo total por metro cúbico de concreto con la adición de 1% cenizas de algarrobo, donde el mayor componente es el cemento (S/ 356.85), seguido por los costos de agua (S/ 52.52), arena (S/ 8.51) y piedra chancada (S/ 7.54). El costo total del metro cúbico se establece en S/ 488.99. Al dividir este valor entre los 40 adoquines producidos por metro cúbico, se obtiene un costo unitario de S/ 13.44 por adoquín (4% CA).

**Tabla 23**

*Comparación de costos*

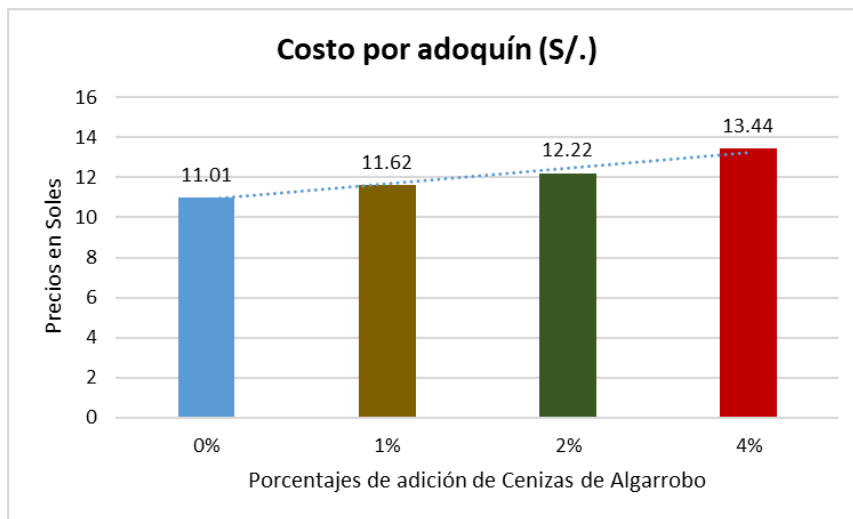
<b>Porcentaje de CA</b>	<b>Costo por adoquín (S/.)</b>
0%	11.01
1%	11.62
2%	12.22
4%	13.44

*Nota:* presenta la comparación de costos por unidad de adoquín al incorporar diferentes porcentajes de cenizas de algarrobo (CA): 0%, 1%, 2% y 4%.

El costo base de un adoquín sin adición de cenizas es de S/ 11.01. Con la incorporación de 1% de CA, el costo aumenta a S/ 11.62, mientras que con 2% de CA, el costo se eleva a S/ 12.22, y con 4% de CA, alcanza S/ 13.44. Estos incrementos se deben principalmente al precio de las cenizas, que sustituyen parcialmente al cemento en las mezclas.

### **Figura 28**

*Comparación de costos*



*Nota:* Se muestra los costos calculados por unidad de adoquín.

La adición de cenizas de algarrobo incrementa el costo por adoquín de manera progresiva a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo de cemento. Sin embargo, el aumento de costo puede justificarse por las mejoras significativas en las propiedades mecánicas y físicas, especialmente con un 2% de CA, que presenta una relación costo-beneficio óptima al mejorar la resistencia y durabilidad con un costo adicional moderado. Por otro lado, el 4% de CA genera un incremento considerable en el costo sin aportar mejoras significativas en el rendimiento, lo que hace que sea menos eficiente en términos económicos.

#### IV. DISCUSIÓN

Kareem et al. (2023) en Nigeria: Mis resultados coinciden con este estudio en el sentido de que una adición óptima (en mi caso, 2% de cenizas de algarrobo) mejora significativamente las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión y la abrasión. Al igual que Kareem et al., que observaron una mejora con un 10% de cenizas de anacardo, identificamos que porcentajes moderados optimizan el desempeño. Sin embargo, incrementos mayores (como el 4%) en mi caso no muestran beneficios adicionales, lo que concuerda con la necesidad de establecer un rango óptimo.

Gurdián et al. (2021) en España: Este antecedente destacó que los aglutinantes puzolánicos, aunque reducen el rendimiento mecánico, pueden mejorar la durabilidad. Mis resultados muestran que la adición de cenizas de algarrobo también mejora la resistencia a la abrasión, reduciendo la porosidad, lo que podría contribuir a una mayor durabilidad del adoquín. No obstante, al igual que Gurdián et al., observamos que la cantidad de aditivo debe controlarse para evitar efectos negativos en la resistencia.

Abellán et al. (2021) en Colombia: Mis hallazgos respaldan la idea de que materiales alternativos, como cenizas, pueden mejorar la resistencia del concreto si se optimiza la mezcla. En mi caso, el uso de 2% de cenizas de algarrobo alcanzó mejoras en resistencia a la compresión, de manera similar a cómo lograron altas resistencias (150 MPa) utilizando cenizas volantes locales en Colombia. Sin embargo, mis resultados no requieren tratamiento térmico adicional, lo que reduce la complejidad y el costo.

Prakash et al. (2020) en Egipto: Este antecedente resalta cómo el uso de residuos agrícolas puede incrementar ciertas propiedades mecánicas hasta un límite óptimo, similar a mi observación con el 2% de cenizas de algarrobo. El descenso en propiedades al aumentar la adición de fibras de polipropileno en su estudio se alinea con mis resultados al observar una disminución en la resistencia con un 4% de cenizas de algarrobo.

Farfán y Quispe (2024) en Ayacucho: Al igual que este estudio que identificó el 5% de cenizas de tallo de algarrobo como porcentaje óptimo, mis resultados destacan el 2% de cenizas de algarrobo como el nivel ideal para mejorar las propiedades mecánicas. Sin embargo, el comportamiento frente a la abrasión en mi estudio es más favorable con cenizas de algarrobo que en su caso.

Buiza (2022) en Huaraz: La tendencia observada en mi estudio, donde el incremento excesivo de cenizas reduce la resistencia a la compresión, es consistente con los hallazgos de Buiza. En mi caso, 4% de cenizas de algarrobo disminuyó el desempeño mecánico, mientras que Buiza encontró un comportamiento similar con el 7% de cenizas de Ichu y algarroba.

Mendoza (2023) en Lima: Coincidimos en que una adición moderada de cenizas puede mejorar propiedades como la resistencia a compresión y la absorción de agua. En mi caso, el 2% de cenizas de algarrobo redujo la absorción y mejoró la resistencia a compresión, mientras que Mendoza encontró beneficios similares con un 3% de cenizas de capirona.

Monje (2021) en Tumbes: Mis resultados respaldan el hallazgo de Monje sobre la necesidad de optimizar las adiciones de cenizas. Al igual que Monje encontró el 6% de cenizas de algarrobo seco como óptimo para adoquines en Tumbes, mi estudio encontró el 2% de cenizas de algarrobo como el porcentaje más eficiente para mejorar resistencia y durabilidad en adoquines de pavimentos peatonales.

Mija (2022) en Piura: Este estudio destaca que un mayor porcentaje de cenizas de bagazo de caña de azúcar reduce la resistencia, lo que se alinea con mi observación de que 4% de cenizas de algarrobo disminuyó el desempeño mecánico en comparación con el óptimo del 2%.

More y Yarleque (2022) en Piura: Similar a mi estudio, estos autores concluyeron que una adición controlada (4% de ceniza de pajilla de arroz) puede mejorar propiedades como la resistencia a compresión. En ambos casos, el uso de cenizas como reemplazo parcial de materiales tradicionales resulta en beneficios técnicos y ambientales.

Paucar (2021) en Piura: Mis resultados se alinean con los hallazgos de Paucar en cuanto al impacto de los materiales alternativos en los costos. La incorporación de cenizas de algarrobo en mi caso, al igual que la valva de concha de abanico en su estudio, incrementa ligeramente los costos pero justifica su implementación por las mejoras en propiedades mecánicas y el beneficio ambiental.

## V. CONCLUSIONES

### PRIMERO

Se concluye que la adición de CA influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto para pavimentos peatonales, destacando el 2% de cenizas de algarrobo (CA) como la dosificación óptima. Este porcentaje logró el mayor incremento en resistencia a compresión, alcanzando  $462.93 \text{ kg/cm}^2$  (48.6% más que el patrón), la menor absorción de agua promedio (3.60% a 3.67%), y la mejor resistencia a la abrasión, con un valor promedio del 21.90%, evidenciando una matriz densa y resistente.

### SEGUNDO

La evaluación de las propiedades físicas de los materiales utilizados para la elaboración de adoquines de concreto con resistencia  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$  permitió confirmar la idoneidad de los agregados y el agua. La granulometría de la grava mostró una distribución predominante en partículas gruesas, con un módulo de fineza de 5.35 y un contenido de humedad de 1.68%, mientras que la arena gruesa presentó un módulo de fineza de 2.89 y un contenido de humedad de 1.13%, ambos valores que aseguran una adecuada cohesión y trabajabilidad en la mezcla. Además, la gravedad específica y absorción de los agregados refuerzan su idoneidad: los valores promedio obtenidos para la grava (2.675 en base seca y absorción de 2.60%) y la arena (2.547 en base seca y absorción de 1.37%) garantizan densidad y compactación óptimas para concreto estructural.

### TERCERO

El cálculo del diseño de mezcla para un adoquín patrón con una resistencia de  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$  permitió establecer una mezcla eficiente y práctica que cumple con los requisitos técnicos y normativos. Se definió una resistencia promedio de diseño ( $f'cr$ ) de  $348 \text{ kg/cm}^2$ , un slump de 4 pulgadas, y una relación agua/cemento de 0.51, garantizando una mezcla con buena trabajabilidad y resistencia. Los materiales fueron dosificados para un metro cúbico de concreto con 510 kg de cemento (12 bolsas), 710.3 kg de arena, 755.2 kg de grava, y 262.6 litros de agua. Las proporciones se ajustaron considerando los contenidos de humedad promedio de los agregados, asegurando estabilidad en la relación agua/cemento. Para facilitar la dosificación en obra, se simplificaron las proporciones a 2.2 baldes de arena y 2.3 baldes de grava por cada bolsa de cemento.

## **CUARTO**

El porcentaje óptimo de cenizas de algarrobo (CA) que mejora simultáneamente la resistencia a compresión, la resistencia a la abrasión y reduce la absorción de agua en los adoquines es el 2%. Este porcentaje maximiza la resistencia a compresión (462.93 kg/cm<sup>2</sup>, 48.6% más que el patrón), logra la menor abrasión promedio (21.90%), y mantiene una absorción moderada (3.60% a 3.67%), evidenciando una matriz más densa y resistente. Aunque porcentajes mayores, como el 4% de CA, reducen la absorción de agua, no presentan mejoras adicionales en abrasión y muestran una disminución en la resistencia a compresión, lo que los hace menos eficientes en términos generales. Por tanto, el 2% de CA es la dosificación más adecuada para optimizar todas las propiedades evaluadas.

## **QUINTO**

El cálculo del costo base para la mezcla con un 4% de cenizas de algarrobo (CA) muestra un costo total de S/ 537.62 por m<sup>3</sup>, con un costo unitario de S/ 13.44 por adoquín, el más alto entre las dosificaciones evaluadas. Este incremento se debe principalmente al costo de las cenizas (S/ 112.20 por 20.4 L), siendo el segundo componente más costoso después del cemento. Comparado con el adoquín sin CA (S/ 11.01 por unidad) y con porcentajes menores como el 2% de CA (S/ 12.22 por unidad), el 4% de CA representa un aumento considerable sin mejoras significativas en las propiedades mecánicas o físicas. Por lo tanto, aunque la incorporación de cenizas incrementa los costos de producción de manera progresiva, la dosificación del 2% de CA es la más eficiente, logrando un equilibrio óptimo entre desempeño y costo adicional, mientras que el 4% de CA resulta menos rentable en términos de costo-beneficio.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el 2% de cenizas de algarrobo (CA) como dosificación estándar en la producción de adoquines para pavimentos peatonales, ya que mejora significativamente las propiedades mecánicas y físicas.

Se sugiere mantener un riguroso control de la granulometría y humedad de los agregados durante el proceso de mezcla.

Es recomendable utilizar las proporciones ajustadas para un metro cúbico de concreto (510 kg de cemento, 710.3 kg de arena, 755.2 kg de grava y 262.6 litros de agua) como referencia para garantizar uniformidad en la producción de adoquines.

Se aconseja implementar el 2% de cenizas de algarrobo (CA) como el porcentaje estándar de adición en la mezcla, ya que optimiza la resistencia a compresión, reduce la abrasión y mantiene una absorción adecuada.

Para maximizar el costo-beneficio, se recomienda evitar la dosificación del 4% de CA debido a su alto costo y rendimiento limitado en propiedades mecánicas. En su lugar, priorizar el uso del 2% de CA, que logra un equilibrio entre costos y mejoras significativas en el desempeño de los adoquines, manteniendo la sostenibilidad y viabilidad económica del proyecto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla, J., Raed, A., Shabarati, M., & Sabouni, R. (2022). A Finite Element Model for the Analysis of Seepage Flow of Water Under Concrete Dams. *Geotechnical and Geological Engineering*, 40(1), 2823–2841.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10706-022-02065-1>
- Abellán, J., Torres, N., Fernández, J., & Núñez, A. (2021). Ultra high performance concrete with local high unburned carbon fly ash. *Dyna*, 88(216), 1–19.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532021000100038&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532021000100038&lang=es)
- Acosta, Á., Gross, R., & Medina, P. (2021). The epistemic mapping: essential tool in research practice. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 1–17.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000300172&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000300172&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Ahmed, M., Nisar, A., Khan, A., & Emam, W. (2024). Modified median quartile double ranked set sampling for estimation of population mean. *Heliyon*, 10(14), 1–18.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024106585>
- Anusha, S., Nur, D., Satya, W., & Feng, X. (2024). Social, ethical, environmental, economic and technological aspects of rabbit meat production - A critical review. *Heliyon*, 10(8), 1–11.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024056664>
- Bennett, K., & Sabbata, S. (2023). Introducing a more-than-quantitative approach to explore emerging structures of feeling in the everyday. *Emotion, Space and Society*, 49, 1–7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755458623000282>
- Bohorquez, N., Malatzky, C., McPhail, S., Mitchell, R., & Hui, M. (2024). Attribute Development in Health-Related Discrete Choice Experiments: A Systematic Review of Qualitative Methods and Techniques to Inform Quantitative Instruments. *Value in Health*, 1(2), 1–17.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S109830152402401X>
- Buiza, J. (2022). *Propiedades físico mecánicas del concreto F'C=210 kg/cm2 con adición de ceniza de algarroba y ceniza de Ichu, Huaraz-2022* [Tesis de Titulación, Universidad César Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106116>
- Correia, P., & Pestana, M. (2024). Sugars and phenols in carob tree fruits from different producing countries: A short review. *Heliyon*, 10(10), 1–7.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024069536>
- Davies, I., Bamigboye, G., Nwankwo, C., & Michaels, T. (2020). High volume Portland cement replacement: A review. *Construction and Building Materials*, 260(1), 1–18.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820324508>

- Farfán, J., & Quispe, Y. (2024). La Evaluación Fisicomecánica del Concreto al Adicionar Cenizas del Tallo de Algarrobo para Pavimentos Rígidos - Ayacucho, Perú. *Revista Politécnica*, 53(2), 89–96.  
[https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/1726](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/1726)
- García, I., Goracci, G., Dolado, J., & Blanco, M. (2021). Mineralogical and microstructural alterations in a portland cement paste after an accelerated decalcification process. *Cement and Concrete Research*, 140(15), 1–17.  
<https://digital.csic.es/handle/10261/246189>
- Gurdián, H., Garcés, P., Zornoza, E., & García, E. (2021). Durability of concrete with pozzolanic admixtures and recycled aggregates. *Revista Alconpat*, 11(3), 1–11.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-68352021000300004&lang=es#aff1](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352021000300004&lang=es#aff1)
- Hashim, M., Mohamad, N., & Embong, R. (2022). Environmental impact of cement production and Solutions: A review. *Materials Today: Proceedings*, 48(4), 741–746.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321012943>
- Hassan, S., & Saeed, G. (2022). Roasting temperature impact on bioactive compounds and PAHs in Carob powder (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 105–113. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-021-04989-7>
- Jinxu, M., Wang, Q., & Ching, J. (2022). Crumb rubber as partial replacement for fine aggregate in concrete: An overview. *Construction and Building Materials*, 34(3), 1–13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822017160>
- Kareem, M., Adebayo, O., & Adeosun, J. (2023). Characteristics of interlocking paving blocks made with cashew leaf ash as partial replacement for cement. *Materials Today: Proceedings*, 86, 121–127.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323021958>
- Kumar, G., Gupta, R., & Shriya, S. (2021). Impact of recycled concrete aggregate on mechanical and durability properties of concrete paver blocks. *Materials Today: Proceedings*, 42(2), 975–981.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221478532039653X>
- Luka, S., Seweryn, M., & Krzysztof, A. (2023). Self-compacting concrete with recycled coarse aggregates from concrete construction and demolition waste – Current state-of-the art and perspectives. *Construction and Building Materials*, 33(1), 1–13.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823004130>
- Malbila, E., Lienou, A., & Toguyeni, D. (2024). Multicriteria analysis of the components of ecological paving stones made from plastic and glass waste, and granular reinforcements. *Open Ceramics*, 18(1), 100–164.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666539524000683>

- Martins, M., Correa, J., & Romano, A. (2024). Carob: A Mediterranean Resource for the Future. *Plants*, 13(9), 1–42. <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/9/1188>
- Mendoza, B. (2023). *Influencia de la sustitución porcentual del cemento por ceniza de capirona en propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto - 2023* [Tesis de Titulación, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/142963>
- Mija, C. (2022). *Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para transito ligero, Piura - 2022* [Tesis de Titulación, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/122769>
- Monje, D. (2021). *Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas en adoquines de concreto adicionando ceniza de algarroba seca - eucalipto, Tumbes 2021* [Tesis de Titulación, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92389>
- More, M., & Víctor, Y. (2022). *Diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo parcialmente el agregado fino por la ceniza de pajilla de arroz – Piura* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88704>
- Moustafa, Y., & Suheil, S. (2023). Origin, distribution and domestication of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). *Turkish Journal of Botany*, 47(2), 89–96. <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol47/iss2/2/>
- Mtarfi, N., Tousandi, H., Maherzi, W., Taleb, M., & Rais, Z. (2023). Slag valorization from electric arc furnaces in concrete paver formulation. *Green Technologies and Sustainability*, 1(3), 10–37. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949736123000301>
- Muhammad, U., Rashid, H., Muhammad, T., Ghous, M., & Shahzad, S. (2023). Mechanical and durability performance of 100% recycled aggregate concrete pavers made by compression casting. *Journal of Building Engineering*, 73(3), 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223009087>
- NTP 399.611. (2017). Unidades de albañilería. Adoquines de concreto. *Dirección de Normalización INACAL*, 8(17), 1–16. <https://es.scribd.com/document/466454252/NTP-399-611-2017>
- Pacasmayo. (2022). *Resultados del Cuarto Trimestre 2021*. <https://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Nota%20de%20Prensa4T21.pdf#:~:text=El%20volumen%20de%20producci%C3%B3n%20de,en%20la%20producci%C3%B3n%20mencionada%20anteriormente.>
- Paucar, L. (2021). *Evaluación de propiedades físico-mecánicas en adoquines con adición de valva de concha de abanico para uso peatonal, Piura - 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89910>

- Prakash, R., Thenmozhi, R., & Raman, S. (2020). Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polypropylene fibre. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 9(4), 1–17.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-62302020000100033&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302020000100033&lang=es)
- Salvatore, A., Oreto, C., & Acqua, G. (2021). Stone Pavement Analysis using Building Information Modeling. *Journal of the Transportation Research Board*, 2676(1), 105–117. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/03611981211035751>
- Silva, M., Mello, C., Tsang, R., & Mesquita, R. (2022). Street pavement classification based on navigation through street view imagery. *Springer Nature Link*, 39(1), 1009–1025. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-022-01520-0>
- UNACEM. (2023). *La huella de carbono y la industria cementera en el Perú*.  
<https://unacem.pe/noticias/la-huella-de-carbono-y-la-industria-cementera-en-el-peru/>
- Voigt, M., Roth, D., Blandini, L., & Kreimeyer, M. (2024). An integrated design methodology for extrinsic adaptive façades – Process model, standards, and case study. *Journal of Building Engineering*, 94(1), 1–35.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710224013780>
- Wang, X., Seong, C., & Xia, J. (2023). Study on the properties variation of recycled concrete paving block containing multiple waste materials. *Case Studies in Construction Materials*, 18, 1–13.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522009354>
- Zevallos, M., & Ramos, J. (2020). *Diseño de adoquines de concreto con vidrio molido para la pavimentación en el AA. HH. 18 de mayo pasaje 1, 2 y 3 de la provincia de Piura, 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42561>
- Zhao, P., Liu, X., Yue, Z., & Zhao, Q. (2024). DiGAN Breakthrough: Advancing diabetic data analysis with innovative GAN-based imbalance correction techniques. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*, 5(1), 1–18.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666990024000193>

## ANEXOS

### Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información

 <p><b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C.</b></p>	<p><b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK</b>  <b>OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION</b>  <b>GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES</b>          email: chalinger@hotmail.es          Teléfonos: 992220059          RUC 20607134520          Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura</p>																								
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>																									
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (MTC E-108 / ASTM D-2216)																									
OBRA :  MATERIAL : CANTERA : MUESTRA : UBICACIÓN : MUESTREO : CARRIL :	TÉCNICO  ING. RESP.  FECHA  REGISTRO																								
<b>1. Contenido de Humedad Muestra de grava :</b>																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e6f2ff;"> <th style="width: 60%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso de tara (gr)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso del agua contenida (gr)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Peso de la muestra seca (gr)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad (%)</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Descripción	1	2	Peso de tara (gr)			Peso de la tara + muestra húmeda (gr)			Peso de la tara + muestra seca (gr)			Peso del agua contenida (gr)			Peso de la muestra seca (gr)			Contenido de Humedad (%)			Contenido de Humedad Promedio (%)			<div style="text-align: center;">                   LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS                  CJK S.A.C.                  CHALINGER OBREGÓN FLORES                  GERENTE             </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">                   LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS                  CJK S.A.C.                  DIANA E. CORDOVA ROMAN                  ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO                  CIP N° 148244             </div>
Descripción	1	2																							
Peso de tara (gr)																									
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)																									
Peso de la tara + muestra seca (gr)																									
Peso del agua contenida (gr)																									
Peso de la muestra seca (gr)																									
Contenido de Humedad (%)																									
Contenido de Humedad Promedio (%)																									



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059 / 073671847

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre-Piura

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA ASTM C-136)

PROYECTO

N° REG.

SOLICITANTE

TECNICO



MATERIAL

ING. RESP.

MUESTRA

FECHA:

CANTERA :

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Peso húmedo (gr):
2"	50.800						Peso seco (gr):
1 1/2"	38.100						Humedad (%):
1"	25.400						Modulo de fineza =
3/4"	19.050						 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C. CHALINGER OBREGON FLORES GERENTE   LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C. DIANA E. CORDOVA ROMAN ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO CIP N° 149244
1/2"	12.700						
3/8"	9.525				90	100	
1/4"	6.350						
4	4.760				20	55	
8	2.380				5	30	
10	2.000						
16	1.190				0	10	
20	0.840						
30	0.590						
40	0.420						
50	0.297				0	5	
100	0.149						
200	0.074						
< 200							



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES - PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059 / 073671847

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre-Piura

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

NTP 400.022 | ASTM C-128 | AASHTO T-84 | MTC E-205

PROYECTO

N° REG.

SOLICITANTE

TECNICO

ING. RESP.

MATERIAL

FECHA:

MUESTRA

CANTERA

#### DATOS DE LA MUESTRA

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)				
B	Peso frasco + agua (gr)				
C	Peso frasco + agua + A (gr)				
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)				
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm <sup>3</sup> )				
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)				
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm <sup>3</sup> )				PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E				
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E				
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G				
	% de Absorción = ((A - F)/F)*100				

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP 87 14624



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Teléfonos: 992220059 / 073671847  
 RUC 20607134520  
 Dirección: calle Javier prado mz b '13 It 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura

HOJA DE CALCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS

OBRA : \_\_\_\_\_ IDENTIFICACION DEL CONCRETO : \_\_\_\_\_  
 SOLICITANTE : \_\_\_\_\_

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA

Módulos de fineza		
M.F. Arena		
M.F. Grava		
M.F. Global		
Vol. Agregados		
Arena		
GRAVA		

Dosificación  
 Cementante total  
 Relación agua-cemento a/c :

510.0 Kg	12.0	Bolsas
0.51		

Resistencia esp. (f'c) : 290 Kg/cm2

Técnico : CHALINGER OBREGON

Fecha

f'cr : 348 Kg/cm2

Prueba

Especificaciones

Peso unitario suelto grava =  
 Peso unitario suelto arena =  
 Volumen de tanda de prueba

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL. (m3)	PESO S.S.S. kg/m <sup>3</sup>	CORRECCION POR HUMEDAD (Kg)	TANDA DE PRUEBA 06 moldes de 10 x 20	
									DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento mochica										
Agua										
Arena										
Grava										
Aire total (%)										
TOTAL										

CONTROL DE CALIDAD

Inicio Mezclado	
Fin Mezclado	
Slump inicial	
Temp. Ambiente	
Temp. Concreto	
Probetas	

*Chalinger Obregon Flores*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

*Diana E. Coronado Roman*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DIANA E. CORONADO ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP 87 14234

Proporción en peso sin corrección por humedad por m<sup>3</sup> de mezcla

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)

Proporción en peso sin corrección por humedad por bolsa de cemento

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)

Proporción en peso con corrección por humedad por bolsa de cemento

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)

PROPORCION EN BALDE DE 20 L

Arena	Grava



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220053 / 963678243 / 954983589

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**

NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

PROYECTO

FECHA DE MUESTREO :

TEC. LABORATORIO :

ING RESPONSABLE :

FECHA DE ENSAYO :

N° DE REGISTRO :

MATERIAL

SOLICITANTE

**DATOS DE LA MUESTRA**

CENIZA : 0%  
MUESTRA : 1  
DIAS : 7

COORDENADAS

TAMIZ	GRADUACIONES			PROMEDIO
	1	2	3	
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
N° 4				
PESO TOTAL				
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO				
PESO OBTENIDO				
N° DE ESFERAS				
PESO DE LAS ESFERAS				
PORCENTAJE OBTENIDO				

Observaciones :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Chalinger*  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
-----  
CHALINGER OBREGON FLORES  
GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
*Diana E. Córdova Roman*  
-----  
DIANA E. CORDOVA ROMAN  
ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura

Proyecto	
Solicitante	
Ubicación	Fecha informe :

FECHA DE MOLDEO  
 DISEÑO DE CONCRETO

EMISION  
 RESPONSABLE LAB.  
 LABORATORISTA

**ABSORCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICION DE CENIZA DE ALGAROBO	FECHA ENSAYO	PESO ADOQUIN SECO (KG)	LARGO ( cm )	ANCHO ( cm )	ALTURA ( cm )	PESO DE PESO DE ADOQUIN HUMEDO (KG)	PESO DE AGUA (KG)	ABSORCIÓN	PROMEDIO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 -----  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
  
 -----  
 DIANATE CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin.26 octubre- Pitua

Proyecto

Solicitante

Ubicación

Fecha informe :

FECHA DE MOLDEO  
DISEÑO DE CONCRETO

EMISION  
RESPONSABLE LAB.  
LABORATORISTA.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES.**


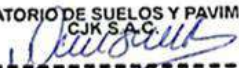
(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICIÓN DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ( cm )	ANCHO ( cm )	ALTURA ( cm )	AREA ( cm 2 )	CARGA ( Kg )	Resistencia a compresion ( Kg /cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm2)
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

*Chalinger*  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
CHALINGER OBREGON FLORES  
GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Diana E. Cordova Roman*  
DIANA E. CORDOVA ROMAN  
ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP N° 140244

Anexo 2: Ficha técnica

<p><b>Nombre original del instrumento</b></p>	<p><b>Resistencia a compresión de adoquines, ensayo de absorción de adoquines, ensayo de abrasión de adoquines.</b></p>	
<p><b>Autor y año:</b></p>	<p>BACHILLER LUIS SAAVEDRA GARCÍA - 2024</p>	
<p><b>Objetivo del Instrumento</b></p>	<p>adoquines de concreto a través de ensayos de resistencia a la compresión, absorción y abrasión, con el fin de evaluar su idoneidad para el uso en pavimentos y garantizar su cumplimiento con las normas técnicas vigentes.</p>	
<p><b>Usuarios</b></p>	<p>36 adoquines ensayados a resistencia a compresión, 36 adoquines ensayados a absorción y 36 adoquines ensayados a abrasión. 108 Adoquines en total.</p>	
<p><b>Forma de Administración o Modo de aplicación:</b></p>	<p>Ejecución de ensayos en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos CJK</p>	
<p><b>Validez:</b></p>	<p>Ing. Chalinger Obregón Flores</p>  <p>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C.</p> <p>----- CHALINGER OBREGÓN FLORES GERENTE</p>	<p>Ing. Diana Córdova Román</p>  <p>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C.</p> <p>----- DIANA E. CORDOVA ROMAN ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO CIP N° 140244</p>
<p><b>Confiabilidad:</b></p>	<p>El instrumento presentó un nivel de confiabilidad del 95%.</p>	

Anexo 3: Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de Medición
<b>Variable Dependiente</b> Propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto	Según Muhammad et al. (2023), los adoquines son elementos de pavimentación caracterizados por su alta densidad (2200-2400 kg/m <sup>3</sup> ) y baja absorción de agua (3%-7%). Su resistencia a compresión (40-60 MPa) les permite soportar cargas pesadas y dinámicas.	Se realizarán ensayos a los agregados fino y grueso, para diseñar la mezcla de un adoquín peatonal $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$ , y luego se analizará la resistencia a compresión del concreto adicionado 1%, 2% y 4% de cenizas de algarrobo.	Propiedades de los agregados	Humedad	1	ASTM C 566	Razón
			Diseño de mezcla	Granulometría P.U. , P.E.		ASTM C 136	Razón
				Trabajabilidad del concreto	Absorción	ASTM C 29	Razón
			Proporciones		ASTM C 127 - 128	Razón	
			Slump	3	ASTM C 143	Razón	
			Resistencia a compresión	4	ASTM C 39	Razón	
Absorción	5	ASTM C 140	Razón				
Resistencia la abrasión	6	NTP 399.611	Razón				
<b>Variable Independiente</b> Cenizas de algarrobo	Según Correia y Pestana (2024), son producto de la combustión de la madera del árbol de algarrobo (Prosopis), residuo rico en minerales.	Las cenizas de algarrobo que se adicionarán a la mezcla de concreto será en proporciones del 1%, 2% y 4% en reemplazo al cemento.	Cantidad	% sustitución del cemento	5	Balanza (gr.)	Razón
			Densidad	Masa / Volumen	6	Densímetro	Razón
			Propiedades físicas	Granulometría	7	Tamices	Razón

*Nota:* La tabla nos resume de forma detallada las variables y cómo se van a medir.

Anexo 4: Informe de laboratorio

		<p>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK                  OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION                  GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES                  email: chalinger@hotmail.es                  Teléfonos: 992220059                  RUC 20607134520                  Dirección: calle Javier prado mz b'13 It 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura</p>																									
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>																											
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																											
(MTC E-108 / ASTM D-2216)																											
OBRA	:	INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024																									
MATERIAL	:	PIEDRA 3/8																									
CANTERA	:	CODAL & E SAC. - CALLEJON DE LA LEGUAS S/N CATACAOS - PIURA.																									
MUESTRA	:	1	TÉCNICO CHALINGER OBREGON																								
UBICACIÓN	:	CALLEJON DE LA LEGUA S/N CATACAOS - PIURA	ING. RESP. DIANA E. CORDOVA R.																								
MUESTREO	:	MUESTREADO POR EL CLIENTE	FECHA 17/09/2024																								
CARRIL	:	--	REGISTRO CJK-01-CON-2024-012																								
<b>1. Contenido de Humedad Muestra de grava :</b>																											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripcion</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>1324.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td>1300.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>24.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>1300.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>1.9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.9</td> </tr> </tbody> </table>		Descripcion	1	2	Peso de tara (gr)			Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1324.5		Peso de la tara + muestra seca (gr)	1300.2		Peso del agua contenida (gr)	24.3		Peso de la muestra seca (gr)	1300.2		Contenido de Humedad (%)	1.9		Contenido de Humedad Promedio (%)	1.9	
Descripcion	1	2																									
Peso de tara (gr)																											
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1324.5																										
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1300.2																										
Peso del agua contenida (gr)	24.3																										
Peso de la muestra seca (gr)	1300.2																										
Contenido de Humedad (%)	1.9																										
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.9																										
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C. CHALINGER OBREGON FLORES GERENTE		 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C. DIANA E. CORDOVA ROMAN ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO CIP N° 140244																									



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES - PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059 / 073671847

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier Prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín, 26 octubre- Piura

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA ASTM C-136)

**PROYECTO** INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

**N° REG.** CJK-05-CON-2023-013

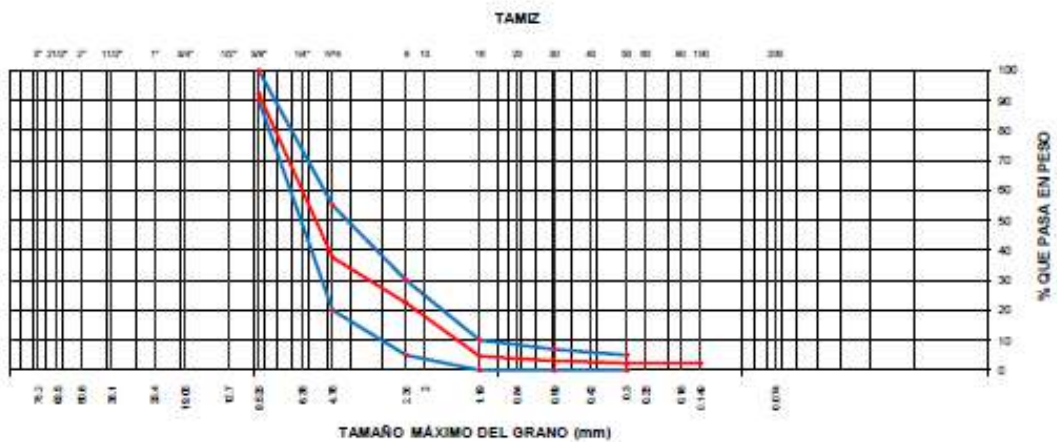
**SOLICITANTE** SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL **TECNICO** : CHALINGER OBREGON F.

**MATERIAL** AGREGADO PARA CONCRETO (PIEDRA 3/8) **ING. RESP.** DIANA E. CORDOVA R.

**MUESTRA** 1 **FECHA:** 15/09/2024


**CANTERA** : CODAL & E SAC. - CALLEJON DE LA LEGUAS 5/N CATACAOS - PIURA.

Malla Tamiz	Aperf. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación		Descripción de la Muestra
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							Peso húmedo (gr): 6651.00
2"	50.800							Peso seco (gr): 6541.00
1 1/2"	38.100							Humedad (%): 1.68%
1"	25.400							Modulo de fineza = 5.35
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525	502.3	7.7	7.7	92.3	80	100	
1/4"	6.350							
4	4.750	3583.30	54.8	62.5	37.5	20	66	
8	2.380	983.50	15.0	77.5	22.5	6	30	MATERIAL MUESTREADO POR EL CLIENTE
10	2.000							
16	1.190	1169.50	17.9	95.4	4.6	0	10	
20	0.840							
30	0.600	100.50	1.5	96.9	3.1			
40	0.420							
50	0.297	50.20	0.8	97.7	2.3	0	6	
100	0.149	0.00	0.0	97.7	2.3			
200	0.074	0.00	0.0	97.7	2.3			
< 200		151.70	2.3	100.0	0.0			



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
CHALINGER OBREGON FLORES  
GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
DIANA E. CORDOVA ROMAN  
ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP N° 140244



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK SAC**

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK**  
**OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION**  
**GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES**  
 email: [challinger@hotmail.es](mailto:challinger@hotmail.es)  
 Teléfonos: 992220059 / 073671847  
 RUC 20607134520

Dirección: calle Javierprado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre-Piura

---

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

---

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS**  
 NTP 400.022 | ASTM C-128 | AASHTO T-84 | MTC E-205

---

INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

<b>PROYECTO</b>		<b>N° REG.</b>	CJK-06-CON-2024-011
<b>SOLICITANTE</b>	SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL	<b>TECNICO</b>	: CHALINGER OBREGON F.
<b>MATERIAL</b>	PIEDRA 3/8	<b>ING. RESP.</b>	DIANA E. CORDOVA R.
<b>MUESTRA</b>	1	<b>FECHA:</b>	17/09/2024
<b>CANTERA</b>	CODAL & E SAC. - CALLEJON DE LA LEGUAS S/N CATACAOS - PIURA.		



---

**DATOS DE LA MUESTRA**

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	329.1	357.9		
B	Peso frasco + agua (gr)	524.5	524.5		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	853.6	882.4		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	733.8	751.9		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	119.8	130.5		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	320.7	348.9		
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	111.4	121.5		<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.677	2.674		2.675
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.747	2.743		2.745
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.879	2.872		2.875
	% de Absorción = ((A - F)/F)*100	2.619	2.580		2.60%

---

**OBSERVACIONES:**

Muestra de agregado fino tomado por el cliente.	 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C. CHALINGER OBREGON FLORES GERENTE</small>	 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C. DIANA E. CORDOVA ROMAN ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO CIP N° 140234</small>
---	---	--

 <p>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C.</p>	<p>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK</p> <p>OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION</p> <p>GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES</p> <p>email: chalinger@hotmail.es</p> <p>Teléfonos: 992220059</p> <p>RUC 20607134520</p> <p>Dirección: calle Javier prado mz b' 13 lt 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura</p>		
	<p><b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b></p> <p><b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b></p> <p>(MTC E-108 / ASTM D-2216)</p>		
OBRA	:	INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024	
MATERIAL	:	ARENA PARA CONCRETO	
CANTERA	:	JERUSALEN - CARRETERA SULLANA - TALARA KM 35.5	
MUESTRA	:	1	TÉCNICO CHALINGER OBREGON
UBICACIÓN	:	CARRETERA SULLANA TALARA	ING. RESP. DIANA E. CORDOVA R.
MUESTREO	:	MUESTREADO POR EL CLIENTE	FECHA 17/09/2024
CARRIL	:	--	REGISTRO CJK-01-CON-2024-011

**1. Contenido de Humedad Muestra de arena :**

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	679.4	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	671.8	
Peso del agua contenida (gr)	7.6	
Peso de la muestra seca (gr)	671.8	
Contenido de Humedad (%)	1.1	
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.1	

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 14024



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES - PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059 / 073671847

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier Prado mz b' 13 N 27 A.H. San Martín, 25 octubre- Piura

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA ASTM C-136)

**PROYECTO** INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE  
ADQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

**Nº REG.** CJK-05-CON-2024-011

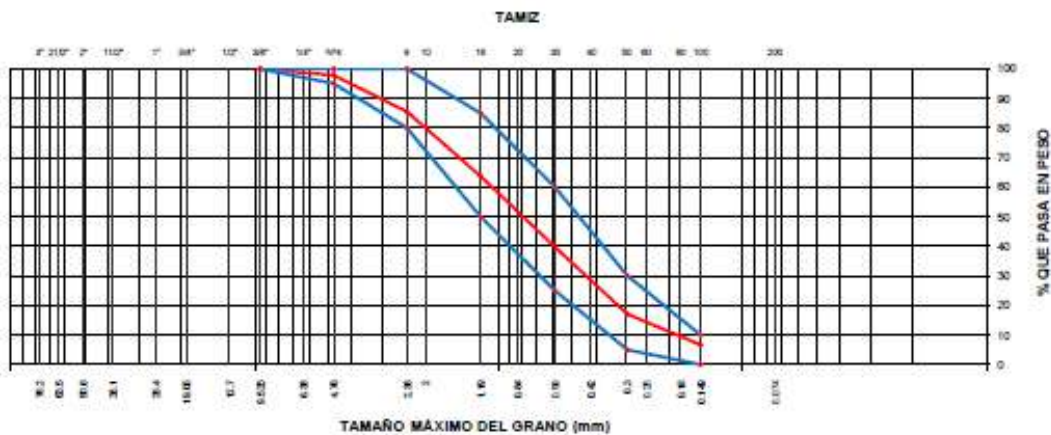
**SOLICITANTE** SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL **TECNICO** : CHALINGER OBREGON F.

**MATERIAL** AGREGADO PARA CONCRETO (ARENA) **ING. RESP.** DIANA E. CORDOVA R.

**MUESTRA** 1 **FECHA:** 18/09/2024

**CANTERA** : JERUSALEN - CARRETERA SULLANA - TALARA KM 35.5

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Peso húmedo (gr): 679.40
2"	50.800						Peso seco (gr): 671.80
1 1/2"	38.100						Humedad (%): 1.13%
1"	25.400						Modulo de fineza = 2.89
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/4"	6.350						
4	4.750	14.70	2.2	2.2	97.8	96	100
8	2.380	82.40	12.3	14.5	85.5	80	100
10	2.000						MATERIAL MUESTREADO POR EL CLIENTE
16	1.190	146.40	21.8	36.2	63.8	60	86
20	0.840						
30	0.600	161.00	24.0	60.2	39.8	26	80
40	0.420						
50	0.297	152.80	22.7	83.0	17.0	6	30
100	0.149	69.50	10.3	93.3	6.7	0	10
200	0.074	17.80	2.6	96.0	4.0		
<200		27.20	4.0	100.0	0.0		



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
CHALINGER OBREGON FLORES  
GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
DIANA E. CORDOVA ROMAN  
ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES - PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059 / 073671847

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier Prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín 26 octubre-Piura

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

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS**

NTP 400.022 | ASTM C-128 | AASHTO T-84 | MTC E-205

PROYECTO	INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024	N° REG.	CJK-06-CON-2024-011
SOLICITANTE	SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL	TECNICO	: CHALINGER OBREGON F.
MATERIAL	AGREGAD PARA CONCRETO	ING. RESP.	DIANA E. CORDOVA R.
MUESTRA	1	FECHA:	18/09/2024
CANTERA	JERUSALEN - CARRETERA SULLANA - TALARA KM 35.5		

**DATOS DE LA MUESTRA**

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	200.7	200.2	
B	Peso frasco + agua (gr)	644.7	649.3	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	845.4	849.5	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	767.0	772.6	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	78.4	76.9	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	198.0	197.5	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	75.7	74.2	
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.526	2.568	2.547
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.560	2.603	2.582
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.616	2.662	2.639
	% de Absorción = ((A - F)/F)*100	1.364	1.367	1.37%

**OBSERVACIONES:**

Muestra de agregado fino tomado por el cliente.

*Chalinger Obregon Flores*  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
CHALINGER OBREGON FLORES  
GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Diana E. Cordova Roman*  
DIANA E. CORDOVA ROMAN  
ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP N° 149244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES - PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 982220059 / 073671847  
 RUC 20807134620  
 Dirección: calle Javier prado mz b' 13 fl 27 A.H. San Martín. 26 octubre- Piura

HOJA DE CALCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS

OBRA : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA IDENTIFICACION DEL CONCRETO : CJK-10-CON-2024-012  
 PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024  
 SOLICITANTE : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA

Módulos de fineza		
M.F. Arena	2.89	
M.F. Grava	5.35	
M.F. Global	4.12	
Vol. Agregados		
Arena	0.55021	m3
GRAVA	50	%
	50	%
	100	%

Dosificación  
 Cementante total  
 Relación agua-cemento a/o :

510.0 Kg	12.0	Bolsas
0.51		

Resistencia esp. (fc) : 290 Kg/cm2

Técnico : CHALINGER OBREGON

Fecha : 19/09/2024

F'cr : 345 Kg/cm2

Prueba : TANDA 1

Especificaciones

Slump = 4"

Peso unitario suelto grava =	1.57 Kg/m3
Peso unitario suelto arena =	1.537 Kg/m3
Volumen de tanda de prueba	0.016 m3

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL. (m3)	PESO S.S.S. kg/m <sup>3</sup>	CORRECCION POR HUMEDAD (Kg)	TANDA DE PRUEBA 06 moldes de 10 x 20 DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento mochica	Pacasmayo	3050			510.0	0.16721	510.0	510.0	8.16	kg
Agua	Potable	1000			262.6	0.26258	323.4	301.2	4.82	Lt
Arena		2582	1.10	6.360	710.3	0.27510	710.3	718.1	11.49	kg
Grava		2745	1.90	2.070	755.2	0.27510	755.2	769.5	12.31	kg
Aire total (%)					2.0%	0.02000				
TOTAL						1.00000 m3	2299 Kg	2299 Kg	36.78 Kg	

CONTROL DE CALIDAD

Inicio Mezclado		hrs
Fin Mezclado		hrs
Slump inicial		Pulg
Temp. Ambiente		°C
Temp. Concreto		°C
Probetas		Und

Proporción en peso sin corrección por humedad por m<sup>3</sup> de mezcla

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)
12.0	710.3	755.2	323.4	0.0

Proporción en peso sin corrección por humedad por bolsa de cemento

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)
1.0	59.19	62.93	26.95	0

Proporción en peso con corrección por humedad por bolsa de cemento

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Grava	Agua (Lt)	Aditivo (kg)
1.0	59.84	64.13	25.10	0

PROPORCION EN BALDE DE 20 L

Arena	2.2	Grava	2.3
-------	-----	-------	-----

*Chalinger Obregon Flores*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

*Luis Saavedra Garcia*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 18834



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin, 26 octubre- Piura

Proyecto	INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024		
Solicitante	SAAVEDRA GARCÍA LUIS RAFAEL		
Utilicación	PIURA	:	Fecha Informe : OCT/2024

FECHA DE MOLDEO 25/09/2024  
 DISEÑO DE CONCRETO F'c 290

EMISION CIK-16-2024-011  
 RESPONSABLE LAB. DIANA E. CORDOVA R.  
 LABORATORISTA. CHALINGER OBREGON F.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES.**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICIÓN DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	Resistencia a compresion (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0%	2/10/2024	7	20	10	4.0	200.00	40356.0	201.8	197.14
2	0%	2/10/2024	7	20	10	4.0	200.00	38072.0	190.4	
3	0%	2/10/2024	7	20	10	4.0	200.00	39856.0	199.3	
4	0%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	49336.0	246.7	247.80
5	0%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	48318.0	246.6	
6	0%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	50025.0	250.1	
7	0%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	60525.0	302.6	311.38
8	0%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	63753.0	318.8	
9	0%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	62547.0	312.7	

*Chalinger Obregon Flores*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Diana E. Cordova R.*  
 DIANA E. CORDOVA R.  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura

Proyecto	INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024		
Solicitante	SAAVEDRA GARCÍA LUIS RAFAEL		
Ubicación	PIURA	:	Fecha informe : OCT/2024

FECHA DE MOLDEO 25/09/2024  
 DISEÑO DE CONCRETO F'c 290

EMISION RESPONSABLE LAB.  
 LABORATORISTA.

CJK-16-2024-012  
 DIANA E. CORDOVA R.  
 CHALINGER OBREGON F.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES.**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICIÓN DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ( cm )	ANCHO ( cm )	ALTURA ( cm )	AREA ( cm 2 )	CARGA ( Kg )	Resistencia a compresion ( Kg /cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm2)
1	1%	26/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	48371.0	241.9	245.23
2	1%	26/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	49703.0	248.5	
3	1%	26/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	49065.0	245.3	
4	1%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	63456.0	317.3	318.71
5	1%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	63495.0	317.5	
6	1%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	64275.0	321.4	
7	1%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	83827.0	419.1	416.06
8	1%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	82659.0	413.3	
9	1%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	83147.0	415.7	

*Chalinger Obregon Flores*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

*Diana E. Cordova Roman*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura

Proyecto	INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024		
Solicitante	SAAVEDRA GARCÍA LUIS RAFAEL		
Ubicación	PIURA	:	Fecha informe : OCT/2024

FECHA DE MOLDEO 25/09/2024  
 DISEÑO DE CONCRETO F'c 290

EMISION CJK-16-2024-013  
 RESPONSABLE LAB. DIANA E. CORDOVA R.  
 LABORATORISTA. CHALINGER OBREGON F.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES.**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICIÓN DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ( cm )	ANCHO ( cm )	ALTURA ( cm )	AREA ( cm 2 )	CARGA ( Kg )	Resistencia a compresion ( Kg /cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm2)
1	2%	28/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	52278.0	261.4	264.53
2	2%	28/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	52698.0	263.5	
3	2%	28/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	53741.0	268.7	
4	2%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	73475.0	367.4	366.41
5	2%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	72956.0	364.8	
6	2%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	73415.0	367.1	
7	2%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	91435.0	457.2	462.93
8	2%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	91948.0	459.7	
9	2%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	94375.0	471.9	

*Chalinger*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Diana E. Cordova Roman*  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 It 27 A.H. San Martin,26 octubre- Piura

Proyecto	INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024		
Solicitante	SAAVEDRA GARCÍA LUIS RAFAEL		
Ubicación	PIURA	:	Fecha informe : OCT/2024

FECHA DE MOLDEO 25/09/2024  
 DISEÑO DE CONCRETO F'c 290

EMISION CJK-16-2024-014  
 RESPONSABLE LAB. DIANA E. CORDOVA R.  
 LABORATORISTA. CHALINGER OBREGON F.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES.**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICIÓN DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ( cm )	ANCHO ( cm )	ALTURA ( cm )	AREA ( cm 2 )	CARGA ( Kg )	Resistencia a compresion ( Kg /cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm2)
1	4%	28/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	46580.0	232.9	234.97
2	4%	28/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	47404.0	237.0	
3	4%	28/09/2024	3	20	10	4.0	200.00	46998.0	235.0	
4	4%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	70560.0	352.8	353.33
5	4%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	70452.0	352.3	
6	4%	9/10/2024	14	20	10	4.0	200.00	70986.0	354.9	
7	4%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	86549.0	432.7	435.64
8	4%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	87838.0	439.2	
9	4%	23/10/2024	28	20	10	4.0	200.00	86997.0	435.0	

*Chalinger Obregon Flores*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGÓN FLORES  
 GERENTE

*Diana E. Cordova R.*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 It 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura

Proyecto	INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024		
Solicitante	SAAVEDRA GARCÍA LUIS RAFAEL		
Ubicación	PIURA	:	Fecha informe : OCT/2024

FECHA DE MOLDEO 25/09/2024  
 DISEÑO DE CONCRETO F'c 290

EMISION CJK-17-2024-011  
 RESPONSABLE LAB. DIANA E. CORDOVA R.  
 LABORATORISTA CHALINGER OBREGON F.

**ABSORCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICION DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA ENSAYO	PESO ADOQUIN SECO (KG)	LARGO ( cm )	ANCHO ( cm )	ALTURA ( cm )	PESO DE PESO DE ADOQUIN HUMEDO (KG)	PESO DE AGUA (KG)	ABSORCIÓN	PROMEDIO
1	0%	2/10/2024	1882.6	20	10	4.00	2004.10	121.5	6.45	6.41
2	0%	2/10/2024	1872.3	20	10	4.00	1989.60	117.3	6.27	
3	0%	2/10/2024	1881.6	20	10	4.00	2004.30	122.7	6.52	
4	0%	9/10/2024	1836.5	20	10	4.00	1943.30	106.8	5.82	5.75
5	0%	9/10/2024	1842.1	20	10	4.00	1947.20	105.1	5.71	
6	0%	9/10/2024	1836.4	20	10	4.00	1941.40	105.0	5.72	
7	0%	23/10/2024	1884.6	20	10	4.00	1984.10	99.5	5.28	5.17
8	0%	23/10/2024	1866.3	20	10	4.00	1961.10	94.8	5.08	
9	0%	23/10/2024	1875.6	20	10	4.00	1972.30	96.7	5.16	

*Chalinger*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGÓN FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Diana E. Cordova Roman*  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin,26 octubre- Piura

Proyecto	INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024		
Solicitante	SAAVEDRA GARCÍA LUIS RAFAEL		
Ubicación	PIURA	:	Fecha informe : OCT/2024

FECHA DE MOLDEO 25/09/2024  
 DISEÑO DE CONCRETO F'c 290

EMISION CJK-17-2024-012  
 RESPONSABLE LAB. DIANA E. CORDOVA R.  
 LABORATORISTA CHALINGER OBREGON F.

**ABSORCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICION DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA ENSAYO	PESO ADOQUIN SECO (KG)	LARGO ( cm )	ANCHO ( cm )	ALTURA ( cm )	PESO DE PESO DE ADOQUIN HUMEDO (KG)	PESO DE AGUA (KG)	ABSORCIÓN	PROMEDIO
1	1%	28/09/2024	1869.4	20	10	4.00	1983.50	114.1	5.75	5.75
2	1%	28/09/2024	1874.6	20	10	4.00	1990.40	115.8	5.82	
3	1%	28/09/2024	1891.5	20	10	4.00	2005.10	113.6	5.67	
4	1%	9/10/2024	1872.5	20	10	4.00	1979.10	106.6	5.39	5.31
5	1%	9/10/2024	1867.4	20	10	4.00	1972.60	105.2	5.33	
6	1%	9/10/2024	1872.1	20	10	4.00	1975.30	103.2	5.22	
7	1%	23/10/2024	1872.4	20	10	4.00	1965.70	93.3	4.75	4.75
8	1%	23/10/2024	1862.1	20	10	4.00	1955.60	93.5	4.78	
9	1%	23/10/2024	1869.5	20	10	4.00	1962.20	92.7	4.72	

*Chalinger*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGÓN FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
*Diana E. Cordova Roman*  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin.26 octubre- Pitua

Proyecto	INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024		
Solicitante	SAAVEDRA GARCÍA LUIS RAFAEL		
Ubicación	PIURA	:	Fecha informe : OCT/2024

FECHA DE MOLDEO 25/09/2024  
 DISEÑO DE CONCRETO F'c 290

EMISION CJK-17-2024-013  
 RESPONSABLE LAB. DIANA E. CORDOVA R.  
 LABORATORISTA CHALINGER OBREGON F.

**ABSORCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICION DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA ENSAYO	PESO ADOQUIN SECO (KG)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	PESO DE PESO DE ADOQUIN HUMEDO (KG)	PESO DE AGUA (KG)	ABSORCIÓN	PROMEDIO
1	2%	28/09/2024	1896.3	20	10	4.00	2004.30	108.0	5.39	5.43
2	2%	28/09/2024	1890.3	20	10	4.00	1999.50	109.2	5.46	
3	2%	28/09/2024	1888.9	20	10	4.00	1997.50	108.6	5.44	
4	2%	9/10/2024	1874.6	20	10	4.00	1974.80	100.2	5.07	5.04
5	2%	9/10/2024	1885.6	20	10	4.00	1985.90	100.3	5.05	
6	2%	9/10/2024	1879.6	20	10	4.00	1978.60	99.0	5.00	
7	2%	23/10/2024	1843.8	20	10	4.00	1930.60	86.8	4.50	4.49
8	2%	23/10/2024	1904.7	20	10	4.00	1994.60	89.9	4.51	
9	2%	23/10/2024	1879.5	20	10	4.00	1967.30	87.8	4.46	

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140294



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin, 26 octubre- Piura

Proyecto	INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FICICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024		
Solicitante	SAAVEDRA GARCÍA LUIS RAFAEL		
Ubicación	PIURA	:	Fecha informe : OCT/2024

FECHA DE MOLDEO 25/09/2024  
 DISEÑO DE CONCRETO F'c 290

EMISION CJK-17-2024-014  
 RESPONSABLE LAB. DIANA E. CORDOVA R.  
 LABORATORISTA CHALINGER OBREGON F.


**ABSORCIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES**

(NTP 399.611.2010)

Nº ADOQUIN	ADICION DE CENIZA DE ALGARROBO	FECHA ENSAYO	PESO ADOQUIN SECO (KG)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	PESO DE PESO DE ADOQUIN HUMEDO (KG)	PESO DE AGUA (KG)	ABSORCIÓN	PROMEDIO
1	4%	28/09/2024	1892.3	20	10	4.00	1993.50	101.2	5.08	5.10
2	4%	28/09/2024	1889.5	20	10	4.00	1990.50	101.0	5.07	
3	4%	28/09/2024	1878.6	20	10	4.00	1980.60	102.0	5.15	
4	4%	9/10/2024	1892.3	20	10	4.00	1982.50	90.2	4.55	4.57
5	4%	9/10/2024	1894.2	20	10	4.00	1984.80	90.6	4.56	
6	4%	9/10/2024	1876.3	20	10	4.00	1966.70	90.4	4.60	
7	4%	23/10/2024	1898.6	20	10	4.00	1969.40	70.8	3.60	3.62
8	4%	23/10/2024	1864.4	20	10	4.00	1935.40	71.0	3.67	
9	4%	23/10/2024	1875.1	20	10	4.00	1945.30	70.2	3.61	

*Chalinger*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

*Diana E. Cordova Roman*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C.**

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 992220055 / 969678249 / 954983589  
 RUC 20607134520  
 Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

---

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

---

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

---

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

**MATERIAL** : ADIQUINES DE CONCRETO

**SOLICITANTE** : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL

**FECHA DE MUESTREO** : 25/09/2024  
**TEC. LABORATORIO** : CHALINGER O.F  
**ING RESPONSABLE** : DIANA CORDOVA.R.  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/10/2024  
**N° DE REGISTRO** : CJK-06-2024-011

---

**DATOS DE LA MUESTRA**

---

<b>CENIZA</b>	0%			<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: 1			
<b>DIAS</b>	: 7			

---


TAMIZ	GRADUACIONES			
	1	2	3	PROMEDIO
2 1/2"	2501.3	2501.6	2509.5	
2"	2500.1	2504.8	2492.5	
1 1/2"	2503.2	2498.6	2501.9	
1"	2504.6	2504.1	2503.4	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
<b>PESO TOTAL</b>	10009.2	10009.1	10007.3	
<b>PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO</b>	3606.9	3585.6	3617.8	
<b>PESO OBTENIDO</b>	6402.3	6423.5	6389.5	
<b>N° DE ESFERAS</b>	12	12	12	
<b>PESO DE LAS ESFERAS</b>	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
<b>PORCENTAJE OBTENIDO</b>	36.0	35.8	36.2	36.0

---

**Observaciones :**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
-----  
CHALINGER OBREGON FLORES  
GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
-----  
DIANA E. CORDOVA ROMAN  
ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 992220059 / 969678249 / 954983589  
 RUC 20607134520  
 Dirección: calle Javier prado mz b'13 It 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024  
**FECHA DE MUESTREO** : 25/09/2024  
**TEC. LABORATORIO** : CHALINGER O.F  
**ING RESPONSABLE** : DIANA CORDOVA R.  
**MATERIAL** : ADIQUINES DE CONCRETO  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/10/2024  
**SOLICITANTE** : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL  
**N° DE REGISTRO** : CJK-06-2024-012

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CENIZA** : 0% **COORDENADAS**  
**MUESTRA** : 2  
**DIAS** : 14

TAMIZ	GRADUACIONES			PROMEDIO
	1	2	3	
2 1/2"	2504.8	2506.8	2503.7	
2"	2507.9	2498.6	2509.8	
1 1/2"	2487.2	2502.8	2479.9	
1"	2501.9	2507.6	2508.6	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
PESO TOTAL	10001.8	10015.8	10002	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	3318	3312.3	3300.1	
PESO OBTENIDO	6683.8	6703.5	6701.9	
N° DE ESFERAS	12	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
PORCENTAJE OBTENIDO	33.2	33.1	33.0	33.1

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

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 -----  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
  
 -----  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES - PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: chalinger@hotmail.es

Teléfonos: 992220059 / 969678249 / 954983589

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**

NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

**FECHA DE MUESTREO** : 25/09/2024

**TEC. LABORATORIO** : CHALINGER O.F

**ING RESPONSABLE** : DIANA CORDOVA.R.

**FECHA DE ENSAYO** : 2/10/2024

**N° DE REGISTRO** : CJK-06-2024-013

**MATERIAL** : ADIQUINES DE CONCRETO

**SOLICITANTE** : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CENIZA** : 0%

**MUESTRA** : 3

**DÍAS** : 28

**COORDENADAS**

TAMIZ	GRADUACIONES			
	1	2	3	PROMEDIO
2 1/2"	2510.1	2507.8	2502.8	
2"	2501.4	2502.9	2506.5	
1 1/2"	2504.3	2501.5	2504.1	
1"	2493.6	2503.4	2508.9	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
PESO TOTAL	10009.4	10015.6	10022.3	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	3055.8	3040.1	3032.7	
PESO OBTENIDO	6953.6	6975.5	6989.6	
N° DE ESFERAS	12	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
PORCENTAJE OBTENIDO	30.5	30.4	30.3	30.4

Observaciones :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
-----  
CHALINGER O'BREGON FLORES  
GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CJK S.A.C.  
  
-----  
DIANA E. CORDOVA ROMAN  
ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 992220059 / 969678249 / 954983589  
 RUC 20607134520  
 Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024  
**FECHA DE MUESTREO** : 25/09/2024  
**TEC. LABORATORIO** : CHALINGER O.F  
**ING RESPONSABLE** : DIANA CORDOVA.R.  
**MATERIAL** : ADIQUINES DE CONCRETO  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/10/2024  
**SOLICITANTE** : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL  
**N° DE REGISTRO** : CJK-06-2024-016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CENIZA** : 1% **COORDENADAS**  
**MUESTRA** : 3  
**DIAS** : 28

TAMIZ	GRADUACIONES			
	1	2	3	PROMEDIO
2 1/2"	2504.6	2504.7	2504.8	
2"	2503.6	2503.9	2501.9	
1 1/2"	2507.2	2501.2	2590.6	
1"	2508.6	2501.9	2507.5	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
PESO TOTAL	10024.0	10011.7	10104.8	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	2778.7	2790.4	2903.3	
PESO OBTENIDO	7245.3	7221.3	7201.5	
N° DE ESFERAS	12	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
PORCENTAJE OBTENIDO	27.7	27.9	28.7	28.1

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

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 952220053 / 963678249 / 954983589  
 RUC 20607134520  
 Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ANGELES**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024  
**FECHA DE MUESTREO** : 25/09/2024  
**TEC. LABORATORIO** : CHALINGER O.F.  
**ING RESPONSABLE** : DIANA CORDOVA.R.  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/10/2024  
**N° DE REGISTRO** : CJK-06-2024-017

**MATERIAL** : ADIQUINES DE CONCRETO  
**SOLICITANTE** : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CENIZA** : 2% **COORDENADAS**  
**MUESTRA** : 1  
**DIAS** : 7

TAMIZ	GRADUACIONES			
	1	2	3	PROMEDIO
2 1/2"	2501.9	2504.8	2509.5	
2"	2503.6	2503.8	2504.3	
1 1/2"	2504.8	2507.1	2508.3	
1"	2509.3	2506.9	2507.1	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
<b>PESO TOTAL</b>	10019.6	10022.6	10029.2	
<b>PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO</b>	3013.6	3012.6	2983.2	
<b>PESO OBTENIDO</b>	7006	7010	7046	
<b>N° DE ESFERAS</b>	12	12	12	
<b>PESO DE LAS ESFERAS</b>	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
<b>PORCENTAJE OBTENIDO</b>	30.1	30.1	29.7	30.0

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

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 -----  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 -----  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK

OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION

GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES

email: challenger@hotmail.es

Telefonos: 952220059 / 969678249 / 954983585

RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 fl 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ANGELES**

NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

FECHA DE MUESTREO : 25/09/2024

TEC. LABORATORIO : CHALINGER O.F

ING RESPONSABLE : DIANA CORDOVA.R.

FECHA DE ENSAYO : 2/10/2024

N° DE REGISTRO : CJK-06-2024-017

MATERIAL : ADIQUINES DE CONCRETO

SOLICITANTE : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL

**DATOS DE LA MUESTRA**

CENIZA : 2%

MUESTRA : 2

DIAS : 14

COORDENADAS

TAMIZ	GRADUACIONES			PROMEDIO
	1	2	3	
2 1/2"	2506.4	2501.9	2509.2	
2"	2507.4	2506.8	2501.5	
1 1/2"	2498.6	2504.9	2506.8	
1"	2500.8	2501.8	2500.7	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
PESO TOTAL	10013.2	10015.4	10018.2	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	2625.9	2614.1	2619.6	
PESO OBTENIDO	7387.3	7401.3	7398.6	
N° DE ESFERAS	12	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
PORCENTAJE OBTENIDO	26.2	26.1	26.1	26.2

Observaciones :

---



---

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 146244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 992220059 / 969678249 / 954983589  
 RUC 20607134520  
 Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE  
 ADQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024  
 MATERIAL : ADQUINES DE CONCRETO  
 SOLICITANTE : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL  
 FECHA DE MUESTREO : 25/09/2024  
 TEC. LABORATORIO : CHALINGER O.F  
 ING RESPONSABLE : DIANA CORDOVA.R.  
 FECHA DE ENSAYO : 2/10/2024  
 N° DE REGISTRO : CJK-06-2024-018

**DATOS DE LA MUESTRA**

CENIZA : 2%  
 MUESTRA : 3  
 DIAS : 28  
 COORDENADAS

TAMIZ	GRADUACIONES			PROMEDIO
	1	2	3	
2 1/2"	2509.5	2508.3	2510.2	
2"	2501.2	2503.9	2501.9	
1 1/2"	2507.3	2506.3	2504.3	
1"	2506.4	2504.1	2507.5	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
PESO TOTAL	10024.4	10022.6	10023.9	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	2191.9	2192.4	2211.6	
PESO OBTENIDO	7832.5	7830.2	7812.3	
N° DE ESFERAS	12	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
PORCENTAJE OBTENIDO	21.9	21.9	22.1	21.9

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

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 -----  
 CHALINGER O'BREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 -----  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES – PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 992220059 / 969678249 / 954963589  
 RUC 20607134520  
 Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE  
 ADQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

**FECHA DE MUESTREO** : 25/09/2024  
**TEC. LABORATORIO** : CHALINGER O.F  
**ING RESPONSABLE** : DIANA CORDOVA.R.  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/10/2024  
**N° DE REGISTRO** : CJK-06-2024-019

**MATERIAL** : ADIQUINES DE CONCRETO  
**SOLICITANTE** : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CENIZA** : 4% **COORDENADAS**  
**MUESTRA** : 1  
**DIAS** : 7

TAMIZ	GRADUACIONES			
	1	2	3	PROMEDIO
2 1/2"	2503.6	2506.4	2508.1	
2"	2508.4	2507.6	2509.1	
1 1/2"	2501.8	2504.8	2500.4	
1"	2509.3	2501.9	2502.6	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
PESO TOTAL	10023.1	10020.7	10020.2	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	3664	3635.6	3670.1	
PESO OBTENIDO	6359.1	6385.1	6350.1	
N° DE ESFERAS	12	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
PORCENTAJE OBTENIDO	36.6	36.3	36.6	36.5

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

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 -----  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
  
 -----  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES - PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 392220059 / 969678249 / 954983589  
 RUC 20607134520

Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martín.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**

NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE  
 ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

**FECHA DE MUESTREO** : 25/09/2024  
**TEC. LABORATORIO** : CHALINGER O.F  
**ING RESPONSABLE** : DIANA CORDOVA.R.  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/10/2024  
**N° DE REGISTRO** : CJK-05-2024-020

**MATERIAL** : ADIQUINES DE CONCRETO

**SOLICITANTE** : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CENIZA** : 4% **COORDENADAS**

**MUESTRA** : 2

**DIAS** : 14

TAMIZ	GRADUACIONES			
	1	2	3	PROMEDIO
2 1/2"	2501.9	2509.4	2507.4	
2"	2503.6	2506.8	2506.4	
1 1/2"	2508.1	2506.4	2503.8	
1"	2507.6	2500.9	2504.9	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
<b>PESO TOTAL</b>	10021.2	10023.5	10022.5	
<b>PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO</b>	3345.9	3353.3	3344.2	
<b>PESO OBTENIDO</b>	6675.3	6670.2	6678.3	
<b>N° DE ESFERAS</b>	12	12	12	
<b>PESO DE LAS ESFERAS</b>	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
<b>PORCENTAJE OBTENIDO</b>	33.4	33.5	33.4	33.4

Observaciones :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Chalinger*  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244



LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK  
 OBRAS CIVILES - PROYECTOS Y SUPERVISION  
 GERENTE: CHALINGER OBREGON FLORES  
 email: chalinger@hotmail.es  
 Telefonos: 992220059 / 969678249 / 954983589  
 RUC 20607134520  
 Dirección: calle Javier prado mz b'13 lt 27 A.H. San Martin.26 octubre- Piura

**ABRASIÓN LOS ÁNGELES**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC-207,ASTM C-131, AASHTO T-96

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE CENIZA DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024  
**FECHA DE MUESTREO** : 25/09/2024  
**TEC. LABORATORIO** : CHALINGER O.F  
**ING RESPONSABLE** : DIANA CORDOVA.R.  
**MATERIAL** : ADIQUINES DE CONCRETO  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/10/2024  
**SOLICITANTE** : SAAVEDRA GARCIA LUIS RAFAEL  
**N° DE REGISTRO** : CJK-06-2024-021

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CENIZA** : 4% **COORDENADAS**  
**MUESTRA** : 3  
**DIAS** : 28


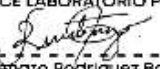
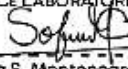

TAMIZ	GRADUACIONES			
	1	2	3	PROMEDIO
2 1/2"	2504.8	2507.8	2504.5	
2"	2508.1	2498.6	2508.3	
1 1/2"	2506.8	2506.4	2499.7	
1"	2500	2508.1	2506	
3/4"				
1/2"				
N° 4				
PESO TOTAL	10019.7	10020.9	10018.5	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	2916.1	2916.7	2931.2	
PESO OBTENIDO	7103.6	7104.2	7087.3	
N° DE ESFERAS	12	12	12	
PESO DE LAS ESFERAS	400 - 420	391 - 445	392 - 445	
PORCENTAJE OBTENIDO	29.1	29.1	29.3	29.2

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

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
 -----  
 CHALINGER OBREGON FLORES  
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CJK S.A.C.  
  
 -----  
 DIANA E. CORDOVA ROMAN  
 ING. RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP N° 140244

Anexo 5: Certificados de laboratorio

<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> CERTIFICATE CALIBRATION		
<b>N° LMS - 3116 - 2024</b>		
<b>Expediente</b>	: TLPS-00061122-100029	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 Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores de terminados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.
<b>Fecha de Emisión</b>	: 13/05/2024	
<b>1. Solicitante</b>	: LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C	
<b>RUC</b>	: 20607134520	
<b>2. Instrumento de medición</b>	: BALANZA	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.  TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Marca</b>	: OHUAS	
<b>Modelo</b>	: SE602F	
<b>Número de serie</b>	: 8341205564	
<b>Alcance de Indicación</b>	: 620 g	
<b>Division de Escala de Verificación ( e )</b>	: 0.01 g	
<b>Division de Escala Real (d)</b>	: 0.01 g	
<b>Procedencia</b>	: USA	
<b>Identificación</b>	: NO INDICA	
<b>Tipo</b>	: ELECTRÓNICA	
<b>3. Método de Calibración</b>	El estudio se realizó mediante el método de comparación según el PC-011, 4ta Edición, 2010; procedimiento para la calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I Y II de INACAL-DMI.	
<b>4. Lugar y fecha de Calibración</b>	Lugar : Calle Javier Prado Mz. CH3 Lt 26 A.H San Martín - PIURA Fecha : 9/05/2024	
TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.  Gerzo Renato Rodríguez Bazalar Auxiliar de Metrología		TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.  Ing. Diana S. Montenegro Carhuas Jefe de Metrología
TUP-M-21 Versión: 2 Aprobado el 02-01-2024		
Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. Este documento carece de validez sin sellos y firmas correspondientes   Partial or total reproduction of this document is prohibited without of TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. This document is not valid without the respective stamp and signature. Dirección: Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres – Lima   Ventas: +51 938385323   Metrología: +51 950721511   RUC: 20603356781   www.terraservicelaboratorioperu.com   Correo: terraservice.peru@gmail.com		



**5. Trazabilidad**

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

Nombre del patrón	Serie del Patrón	Certificado N°	Trazabilidad
Juego de pesas 100mg a 5kg	P356	0185 - LM - 2023	C - INACAL

**6. Observaciones**

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 II, 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".

**7. Resultados de Medición**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

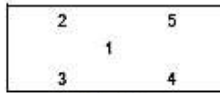
Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29.9	29.8
Humedad Relativa	58%	59%

Medición N°	Carga L1 = 300,0 g			Carga L2 = 600,0 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	299.99	0.04	-0.05	600.00	0.06	-0.05	
2	300.00	0.08	-0.07	600.00	0.07	-0.07	
3	300.00	0.05	-0.05	599.99	0.03	-0.03	
4	299.99	0.05	-0.06	599.99	0.04	-0.04	
5	299.99	0.05	-0.06	600.00	0.05	-0.04	
6	300.00	0.04	-0.04	600.00	0.06	-0.05	
7	299.99	0.03	-0.03	599.99	0.07	-0.08	
8	300.00	0.05	-0.05	600.00	0.05	-0.04	
9	300.00	0.07	-0.06	600.00	0.08	-0.08	
10	300.00	0.08	-0.07	600.00	0.04	-0.03	
Emáx - Emin			0.04	Emáx - Emin			0.04
Error máximo permitido (±g)			0.03	Error máximo permitido (±g)			0.03



N° LMS - 3116 - 2024

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



Vista frontal

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29.8	29.9
Humedad Relativa	58%	57%

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del error corregido				Ec (g)
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E(g)	
1	0.10	0.10	0.06	-0.06	180.00	180.00	0.08	-0.08	-0.02
2		0.10	0.05	-0.05		180.00	0.04	-0.03	0.01
3		0.10	0.04	-0.04		179.98	0.05	-0.07	-0.03
4		0.10	0.07	-0.07		179.99	0.04	-0.04	0.02
5		0.10	0.06	-0.06		180.00	0.05	-0.05	0.01
(*) valor entre 0 y 10 e								Error máximo permitido (± g)	0.02

**ENSAYO DE PESAJE**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29.9	29.9
Humedad Relativa	57%	56%

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**) ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.1	0.10	0.05	-0.05						
0.5	0.50	0.04	-0.04	0.01	0.50	0.07	-0.07	0.00	0.01
1.0	1.00	0.06	-0.06	-0.01	1.00	0.03	-0.03	0.04	0.01
20.0	20.00	0.07	-0.07	-0.02	20.00	0.06	-0.05	0.01	0.01
50.0	50.00	0.08	-0.07	-0.03	50.00	0.05	-0.04	0.02	0.01
70.0	70.00	0.05	-0.05	0.00	70.00	0.05	-0.05	0.02	0.01
100.0	100.00	0.04	-0.04	0.01	100.00	0.04	-0.04	0.03	0.02
150.0	150.01	0.06	-0.05	0.00	150.00	0.06	-0.06	0.01	0.02
200.0	199.99	0.05	-0.06	-0.01	199.98	0.03	-0.05	0.02	0.03
400.0	399.99	0.09	-0.09	-0.05	399.99	0.05	-0.06	0.01	0.03
600.0	600.00	0.05	-0.04	0.00	600.00	0.05	-0.04	0.02	0.03

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00000961 \times R$$

$$U_R = \sqrt{0,00352 \text{ g}^2 + 0,0000000244 \times R^2}$$

R: Δ Lectura de Balanza

I: Indicación de balanza Δ L: Carga Incrementada E: Error Encontrado E<sub>0</sub>: Error en Cero E<sub>c</sub>: Error Corregido

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICATE CALIBRATION



N° LMS - 3117 - 2024

Expediente : TLPS-00061122-100029  
Fecha de Emisión : 13/05/2024

---

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C

RUC : 20607134520

---

2. Instrumento de medición : BALANZA

Marca : OHUAS

Modelo : NVT6201ZH

Número de serie : 8340516723

Alcance de Indicación : 6200 g

Division de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

Division de Escala Real (d) : 0.01 g

Procedencia : USA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

### 3. Método de Calibración

El estudio se realizó mediante el método de comparación según el PC-011, 4ta Edición, 2010; procedimiento para la calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I Y II de INACAL-DMI.

### 4. Lugar y fecha de Calibración

Lugar : Calle Javier Prado Mz. CH3 Lt 26 A.H San Martín - PIURA

Fecha : 9/05/2024

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

  
-----  
Gerzo Renato Rodriguez Bazalar  
Auxiliar de Metrología

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

  
-----  
Ing. Diana S. Montenegro Carhuas  
Jefe de Metrología



TUP-M-21

Versión: 2

Aprobado el 02-01-2024

Página 1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. Este documento carece de validez sin sellos y firmas correspondientes | Partial or total reproduction of this document is prohibited without of TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. This document is not valid without the respective stamp and signature. Dirección: Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima | Ventas: +51 93888323 | Metrología: +51 950721511 | RUC: 20603356781 | [www.terraservicelaboratorioperu.com](http://www.terraservicelaboratorioperu.com) | Correo: [terraservice.peru@gmail.com](mailto:terraservice.peru@gmail.com)



**5. Trazabilidad**

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

Nombre del patrón	Serie del Patrón	Certificado N°	Trazabilidad
Juego de pesas 100mg a 5kg	P356	0185 - LM - 2023	C - INACAL

**6. Observaciones**

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 II, 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".

**7. Resultados de Medición**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29.9	29.9
Humedad Relativa	58%	59%

Medición N°	Carga L1 = 3000,0 g			Carga L2 = 6000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000.00	0.07	-0.07	5999.98	0.06	-0.08
2	2999.98	0.07	-0.09	5999.99	0.06	-0.07
3	2999.99	0.05	-0.06	6000.00	0.05	-0.05
4	3000.00	0.07	-0.07	6000.00	0.04	-0.03
5	2999.99	0.03	-0.04	6000.00	0.05	-0.05
6	3000.00	0.04	-0.03	5999.99	0.06	-0.07
7	3000.00	0.08	-0.07	6000.00	0.06	-0.06
8	2999.99	0.09	-0.10	6000.00	0.05	-0.05
9	3000.00	0.04	-0.03	5999.99	0.08	-0.09
10	3000.00	0.05	-0.05	6000.00	0.06	-0.06
	Emáx - Emin   (g)		0.06	Emáx - Emin   (g)		0.05
Error máximo permitido (±g)		0.30g		Error máximo permitido (±g)		0.30g



N° LMS - 3117 - 2024

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

2	5
1	
3	4

Vista frontal

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29.9	29.8
Humedad Relativa	58%	56%

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del error corregido				Ec (g)
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	1.00	1.00	0.06	-0.01	1800.00	1799.99	0.08	0.0	-0.03
2		1.00	0.05	0.00		1800.00	0.04	0.0	0.01
3		1.00	0.04	0.01		1799.99	0.05	0.0	-0.02
4		1.00	0.07	-0.02		1800.00	0.04	0.0	0.03
5		1.00	0.06	-0.01		1800.00	0.05	0.0	0.01

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido (± g) 0.20g

**ENSAYO DE PESAJE**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	30.0	29.9
Humedad Relativa	58%	57%

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**) ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1.0	0.05	-0.05						
5	5.0	0.04	-0.04	0.01	5.0	0.07	-0.07	0.00	0.10
10	10.0	0.06	-0.05	-0.01	10.0	0.03	-0.02	0.04	0.10
50	50.0	0.07	-0.06	-0.02	50.0	0.06	-0.05	0.01	0.10
100	100.0	0.08	-0.08	-0.03	100.0	0.05	-0.05	0.02	0.10
500	500.0	0.05	-0.05	0.00	500.0	0.05	-0.05	0.02	0.10
1000	1000.0	0.04	-0.03	0.01	1000.0	0.04	-0.03	0.03	0.20
2000	2000.0	0.06	-0.05	-0.01	2000.0	0.06	-0.05	0.01	0.20
3000	3000.0	0.05	-0.05	0.00	3000.0	0.07	-0.07	0.00	0.30
4000	4000.0	0.03	-0.03	0.02	4000.0	0.03	-0.03	0.04	0.30
5000	5000.0	0.05	-0.05	0.00	5000.0	0.05	-0.05	0.02	0.30
6000	6000.0	0.03	-0.02	0.02	6000.0	0.05	-0.05	0.02	0.30

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00000941 \times R$$

$$U_R = \sqrt{0,00327 \text{ g}^2 + 0,0000000244 \times R^2}$$

R: Δ Lectura de Balanza

I: Indicación de balanza Δ L: Carga Incrementada E: Error Encontrado E<sub>0</sub>: Error en Cero E<sub>c</sub>: Error Corregido

TLP-M-21

Versión: 2

Aprobado el 02-01-2024

Página 3 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. Este documento carece de validez sin selo y firmas correspondientes | Partial or total reproduction of this document is prohibited without of TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. This document is not valid without the respective stamp and signature. Dirección: Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima | Ventas: +51 938385323 | Metrología: +51 950721511 | RUC: 20603356781 | www.terraservicelaboratorioperu.com | Correo: terraservi@ce.pe@gmail.com

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICATE CALIBRATION



N° LMS - 4196 - 2024

Expediente : TLPS-00061122-100029  
Fecha de Emisión : 13/05/2024

---

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C  
RUC : 20607134520

---

2. Instrumento de medición : BALANZA  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
Número de serie : NO INDICA  
Alcance de Indicación : 30000 g  
Division de Escala de Verificación ( e ) : 1 g  
Division de Escala Real (d) : 1 g  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad mínima : 50 g  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Tipo : ELECTRÓNICA

### 3. Método de Calibración

El estudio se realizó mediante el método de comparación según el PC-011, 4ta Edición, 2010; procedimiento para la calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I Y II de INACAL-DMI.

### 4. Lugar y fecha de Calibración

Lugar : Calle Javier Prado Mz. CH3 Lt 26 A.H San Martín - PIURA

Fecha : 9/05/2024

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.  
  
-----  
Gerzo Renato Rodríguez Bazalar  
Auxiliar de Metrología

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.  
  
-----  
Ing. Diana S. Montenegro Carhuas  
Jefe de Metrología



TLP-M-21

Versión: 2

Aprobado el 02-01-2024

Página 1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. Este documento carece de validez sin sellos y firmas correspondientes | Partial or total reproduction of this document is prohibited without of TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. This document is not valid without the respective stamp and signature. Dirección: Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima | Ventas: +51 938385323 | Metrología: +51 950721511 | RUC: 20603356781 | [www.terraservicelaboratorioperu.com](http://www.terraservicelaboratorioperu.com) | Correo: [terraservice.peru@gmail.com](mailto:terraservice.peru@gmail.com)



**5. Trazabilidad**

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

Nombre del patrón	Serie del Patrón	Certificado N°	Trazabilidad
Juego de pesas 100mg a 5kg	P356	0185 - LM - 2023	C - INACAL
Pesa 5kg	501-M2	TC - 09117 - 2023	TC - INACAL
Pesa 10kg	101-M2	TC - 09118 - 2023	TC - INACAL
Pesa 20kg	201-M2	TC - 09119 - 2023	TC - INACAL

**6. Observaciones**

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 II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

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

**7. Resultados de Medición**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

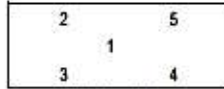
Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	30.0	30.1
Humedad Relativa	59%	59%

Medición N°	Carga L1 = 15000,0 g			Carga L2 = 30000,0 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15000	0.2	0.3	30000	0.4	0.0	
2	15000	0.3	0.2	30000	0.3	0.2	
3	14999	0.4	-0.9	30000	0.4	0.1	
4	15000	0.6	-0.1	30000	0.5	-0.1	
5	15000	0.4	0.1	29999	0.4	-0.9	
6	15000	0.4	0.1	30000	0.5	-0.1	
7	15000	0.3	0.1	29999	0.4	-0.9	
8	14999	0.2	-0.7	30000	0.2	0.3	
9	15000	0.5	-0.1	30000	0.3	0.2	
10	15000	0.4	0.1	30000	0.4	0.1	
Emáx - Emin   (g)			1.2	Emáx - Emin   (g)			1.2
Error máximo permitido (±g)			2.0	29999			



N° LMS - 4196 - 2024

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



Vista frontal

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	30.0	29.9
Humedad Relativa	57%	56%

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación del error corregido			Ec (g)		
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	I (g)		ΔL (g)	E (g)
1	10	10	0.5	0.00	10000	9999	0.6	-1.1	-1.10
2		10	0.6	-0.10		10000	0.6	-0.1	0.00
3		10	0.4	0.10		9999	0.8	-1.3	-1.40
4		10	0.5	0.00		10000	0.2	0.3	0.30
5		10	0.2	0.30		10000	0.6	-0.1	-0.40
(*) valor entre 0 y 10 e								Error máximo permitido (± g)	2.0

**ENSAYO DE PESAJE**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	30.1	30.0
Humedad Relativa	58%	58%

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**) ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.7	-0.2	0.0	1.0
100	100	0.6	-0.1	0.2	100	0.6	-0.1	0.1	1.0
500	500	0.4	0.1	0.4	500	0.6	-0.1	0.1	1.0
1000	1000	0.4	0.1	0.4	1000	0.8	-0.3	-0.1	2.0
5000	5000	0.5	0.0	0.3	5000	0.4	0.1	0.3	2.0
10000	10000	0.3	0.2	0.5	10000	0.5	0.0	0.2	2.0
15000	15000	0.3	0.2	0.5	15001	0.6	0.9	1.1	2.0
20000	20000	0.3	0.2	0.5	20000	0.5	0.0	0.2	2.0
25000	24999	0.4	-0.9	-0.6	24999	0.4	-0.9	-0.7	3.0
30000	30000	0.4	0.1	0.4	30000	0.6	-0.1	0.1	3.0

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000543 \times R$$

$$U_R = \sqrt{0,554 \text{ g}^2 + 0,0000000348 \times R^2}$$

R: Δ Lectura de Balanza

I: Indicación de balanza Δ L: Carga Incrementada E: Error Encontrado E<sub>0</sub>: Error en Cero E<sub>c</sub>: Error Corregido



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

N° PDLs - 1037 - 2024

Expediente : TLPS-00061122-100029

Fecha de emisión : 13/05/2024

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS Y  
PAVIMENTOS CJK S.A.C

RUC : 20607134520

2. Descripción del equipo : MÁQUINA DE COMPRESIÓN

Marca : METROTEST

Modelo : MC-160

Número de serie : 247

Capacidad de la prensa : 1000 kN

Modelo de Indicador : MCIL-1

Procedencia : PERÚ

### 3. Lugar y fecha

Lugar : Calle Javier Prado Mz. CH3 Lt 26 A.H San Martin - PIURA

Fecha : 9/05/2024

### 4. Método de Calibración

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO N°	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	20211101	INF-LE 068-23A	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	V136007		

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

  
Gerzo Renarco Rodríguez Bazalar  
Auxiliar de Metrología

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

  
Ing. Diana S. Montenegro Carhuas  
Jefe de Metrología



TLP-M-21

Versión: 2

Aprobado el 02-02-2024

Página 1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes | Partial or total reproduction of this document is prohibited without of TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. This document is not valid without the respective stamp and signature. Dirección: Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima | Ventas: +51 938385323 | Metrología: +51 990721511 | RUC: 20603356781 | [www.terraservicelaboratorioperu.com](http://www.terraservicelaboratorioperu.com) | Correo: [terraservice.peru@gmail.com](mailto:terraservice.peru@gmail.com)



6. Condiciones Ambientales

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura °C	29.9	30.0
Humedad %	58%	57%

7. Resultados de la medición

TABLA N°1

SISTEMA DIGITAL "A" (kN)			SERIES VERIFICACIÓN (kN)						PROMEDIO "B" (kN)	ERROR Ep %
			SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	ERROR (1) %	ERROR (2) %	ERROR (3) %		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-
100.6	99.7	101.9	100.2	98.9	102.2	0.40	0.81	-0.29	100.4	0.30
200.9	201.8	206.3	199.7	200.5	207.1	0.60	0.65	-0.39	202.4	0.29
299.0	301.9	300.7	300.6	300.2	301.6	-0.53	0.57	-0.30	300.8	-0.09
405.3	405.3	400.4	406.5	406.1	402.1	-0.30	-0.20	-0.42	404.9	-0.30
501.3	503.8	500.3	502.1	504.5	502.8	-0.16	-0.14	-0.50	503.1	-0.27
601.3	600.4	602.5	603.2	602.4	606.3	-0.31	-0.33	-0.63	604.0	-0.42
700.4	703.1	703.6	702.3	704.8	705.5	-0.27	-0.24	-0.27	704.2	-0.26
800.9	801.1	805.5	803.1	802.7	807.1	-0.27	-0.20	-0.20	804.3	-0.22
900.3	905.2	901.1	902.7	906.9	903.6	-0.27	-0.19	-0.28	904.4	-0.24

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- La norma exige que Ep no exceda el 1,0 %

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

3.-Ecuación de ajuste:  $y = 1.0032x - 0.425$

Donde: Y: Lectura de Pantalla (kN) X: Fuerza promedio (kN)

GRÁFICA 1



GRÁFICA 2



**8. Observaciones**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE



**N° SCH - 519 - 2024**

**Expediente** : TLPS-00061122-100029  
**Fecha de emisión** : 13/05/2024

---

**1. Solicitante** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS CJK S.A.C  
**RUC** : 20607134520

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.

**2. Instrumentos de medición** : HORNO ELECTRICO  
**Marca** : METROTEST  
**Modelo** : MS-H1  
**Número de serie** : 889  
**Marca del indicador** : AUTONICS  
**Modelo del indicador** : TCN4S  
**Temperaturas Calibradas** : 110°C ± 5 °C

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.

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
**Lugar** : Calle Javier Prado Mz. CH3 Lt 26 A.H San Martín - PIURA  
**Fecha** : 9/05/2024

**4. Método de Calibración**

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del servicio Nacional de Metrología del Indecopi.

**5. Trazabilidad**

Instrumento	Serie del Patrón	Certificado N°	Trazabilidad
TERMÓMETRO DIGITAL JINKO	21A070501	T - 0005 - 2024	DSI - INACAL

**6. Condiciones Ambientales**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura °C	31.0	31.2
Humedad %	56%	58%

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.  
  
 Gerzo Renato Rodríguez Bazalar  
 Auxiliar de Metrología

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.  
  
 Ing. Diana S. Montenegro Carhuas  
 Jefe de Metrología



TLP-M-21

Versión: 2

Aprobado el 02-03-2024

Página 1 de 4

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. Este documento carece de validez sin sellos y firmas correspondientes | Partial or total reproduction of this document is prohibited without of TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. This document is not valid without the respective stamp and signature. Dirección: Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima | Ventas: +51 938385323 | Metrología: +51 950721311 | RUC: 20003356781 | [www.terraservicelaboratorioperu.com](http://www.terraservicelaboratorioperu.com) | Correo: [terraservice.peru@gmail.com](mailto:terraservice.peru@gmail.com)



N° SCH - 519 - 2024

7. Resultados de medición

El horno se encuentra dentro de los rangos  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

CALIBRACIÓN PARA 110 °C											
Tiempo (min)	Ind (°C) Temp equipo	TEMPERATURA EN LAS DOS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)								T. prom. (°C)	ΔTmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8		
01	110.0	108.2	107.0	111.1	113.2	116.8	116.7	114.2	111.2	112.3	9.8
02	110.0	107.3	106.2	111.1	113.5	116.8	117.1	114.1	110.6	112.1	10.9
03	110.0	106.4	105.6	110.5	112.6	115.3	116.4	113.2	109.5	111.2	10.8
04	110.0	105.5	105.2	110.0	112.3	114.6	115.7	112.5	108.6	110.6	10.5
05	110.0	104.8	104.4	109.6	111.5	113.7	115.0	111.7	107.8	109.8	10.6
06	110.0	104.1	104.6	109.2	111.3	113.1	114.9	111.0	107.0	109.4	10.8
07	110.0	103.9	104.0	108.8	111.0	112.5	114.1	110.7	106.4	108.9	10.2
08	110.0	104.1	104.1	108.5	110.8	112.5	113.7	110.4	106.1	108.8	9.6
09	110.0	104.8	105.0	108.4	110.4	111.5	113.4	110.1	105.9	108.7	8.6
10	110.0	105.7	106.1	108.1	110.2	111.4	113.5	110.0	106.1	108.9	7.8
11	110.0	106.9	107.0	108.0	110.1	111.6	113.1	109.8	106.5	109.1	6.6
12	110.0	108.3	108.4	107.9	110.0	111.4	113.0	109.7	107.2	109.5	5.8
13	110.0	109.4	109.3	107.9	109.9	111.4	113.0	109.6	108.0	109.8	5.1
14	110.0	110.1	109.7	110.6	112.5	112.7	113.0	111.8	108.9	111.2	4.1
15	110.0	110.2	109.8	108.5	110.3	111.5	113.3	110.5	109.8	110.5	4.8
16	110.0	110.1	109.2	108.3	110.1	111.8	113.5	110.2	110.1	110.4	5.2
17	110.0	109.8	108.3	108.2	110.3	111.6	113.7	110.1	110.2	110.3	5.5
18	110.0	109.0	108.2	111.8	113.7	114.0	113.9	112.2	110.0	111.6	5.8
19	110.0	108.1	107.2	108.8	110.9	112.9	114.3	110.8	109.7	110.3	7.1
20	110.0	107.2	106.6	108.6	110.6	112.8	113.9	110.5	108.8	109.9	7.3
21	110.0	106.3	105.8	108.5	110.7	112.0	113.8	110.4	108.1	109.5	8.0
22	110.0	105.8	105.1	108.6	110.6	111.9	113.7	110.3	107.3	109.2	8.6
23	110.0	114.7	108.0	108.4	110.5	112.4	113.6	110.2	106.3	110.5	8.4
24	110.0	114.6	108.0	108.5	110.7	111.8	113.9	110.4	105.5	110.4	9.1
25	110.0	114.9	107.9	108.4	110.4	112.1	113.7	110.4	104.9	110.3	10.0
26	110.0	114.8	108.0	108.5	110.9	111.9	113.3	110.1	104.7	110.3	10.1
27	110.0	114.9	107.9	108.4	110.6	112.0	113.6	110.3	104.1	110.2	10.8
28	110.0	114.5	107.9	108.4	110.5	111.8	113.4	110.2	104.6	110.2	9.9
29	110.0	114.9	107.9	108.4	110.4	111.7	113.4	110.5	105.3	110.3	9.6
30	110.0	115.8	107.9	108.4	110.6	112.4	113.9	110.1	106.5	110.7	9.3
31	110.0	115.6	108.0	108.6	110.9	112.2	113.7	110.3	107.5	110.9	8.1
32	110.0	115.4	108.0	108.4	110.7	111.7	113.5	110.6	108.6	110.9	7.4
33	110.0	115.3	108.0	108.6	110.7	111.9	113.6	110.2	109.5	111.0	7.3
34	110.0	115.4	108.1	108.5	110.8	111.8	113.5	110.5	109.9	111.1	7.3
35	110.0	115.5	108.0	108.5	110.6	112.1	113.6	110.4	110.1	111.1	7.5
36	110.0	115.1	108.1	108.5	110.7	111.9	113.7	110.6	110.1	111.1	7.0
37	110.0	114.6	108.1	108.4	110.6	112.1	113.5	110.4	109.6	110.9	6.5
38	110.0	115.1	108.0	108.5	110.5	112.2	113.7	110.5	109.0	110.9	7.1

TLP-M-21

Version: 2

Aprobado el 02-01-2024

Página 2 de 4

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes | Partial or total reproduction of this document is prohibited without of TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. This document is not valid without the respective stamp and signatura. Dirección: Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima | Ventas: +51 938385923 | Metrología: +51 950721511 | RUC: 20603356781 | www.terraservicelaboratorioperu.com | Correo: terraservice.peru@gmail.com



N° SCH - 519 - 2024

39	110.0	111.5	112.9	111.7	111.9	109.8	108.2	107.0	107.1	110.0	5.9
40	110.0	109.9	112.0	111.9	110.9	108.4	107.3	106.2	106.5	109.1	5.8
41	110.0	109.0	110.7	110.1	109.7	107.6	106.4	105.6	105.6	108.1	5.1
42	110.0	107.9	109.9	108.9	108.7	106.9	105.5	105.2	104.6	107.2	5.3
43	110.0	108.1	109.2	109.0	108.3	106.0	104.8	104.4	104.1	106.7	5.1
44	110.0	106.1	109.3	108.3	108.3	105.7	104.1	104.6	103.3	106.2	6.0
45	110.0	107.8	109.3	109.0	108.4	105.3	103.9	104.0	103.6	106.4	5.7
46	110.0	108.1	110.3	109.7	109.1	106.0	104.1	104.1	103.6	106.9	6.7
47	110.0	108.9	111.4	109.7	110.7	106.5	104.8	105.0	104.2	107.7	7.2
48	110.0	110.7	113.4	112.4	112.1	108.0	105.7	106.1	105.8	109.3	7.7
49	110.0	112.5	114.7	113.4	113.3	109.0	106.9	107.0	106.3	110.4	8.4
50	110.0	113.6	115.9	114.9	114.0	110.2	108.3	108.4	106.9	111.5	9.0
51	110.0	114.4	117.6	116.9	114.8	111.1	109.4	109.3	109.1	112.8	8.5
52	110.0	114.8	117.5	116.6	115.6	111.8	110.1	109.7	109.4	113.2	8.1
53	110.0	115.1	117.6	117.4	115.9	112.2	110.2	109.8	109.1	113.4	8.5
54	110.0	114.7	116.2	116.4	114.8	112.0	110.1	109.2	108.8	112.8	7.6
55	110.0	113.8	115.7	115.5	114.5	111.3	109.8	108.3	108.4	112.2	7.4
56	110.0	112.2	114.6	114.1	113.0	111.2	109.0	108.2	108.2	111.3	6.4
57	110.0	111.5	113.4	113.3	111.9	109.6	108.1	107.2	107.8	110.4	6.2
58	110.0	110.2	111.7	111.8	111.2	108.9	107.2	106.6	106.2	109.2	5.6
59	110.0	109.4	110.8	110.9	110.0	107.7	106.3	105.8	105.7	108.3	5.2
60	110.0	108.8	110.0	110.0	109.3	106.9	105.8	105.1	105.5	107.7	4.9
T. PROM	110.0	110.6	109.3	110.1	111.2	111.1	111.4	109.3	107.3		
T. MAX	110.0	115.8	117.6	117.4	115.9	116.8	117.1	114.2	111.2		
T. MIN	110.0	103.9	104.0	107.9	109.3	106.9	105.8	105.1	104.1		
DTT	0.0	11.9	13.6	9.5	6.6	9.9	11.3	9.1	7.1		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.8	2.1
Mínima Temperatura Medida	105.9	2.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	13.6	2.4
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.1	3.2
Estabilidad Media (+ O -)	10.9	6.8
Uniformidad	7.6	1.9

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición certificado y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL promedios de temperatura registradas en ambas posiciones. La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor la incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%, multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor

TLP-M-21

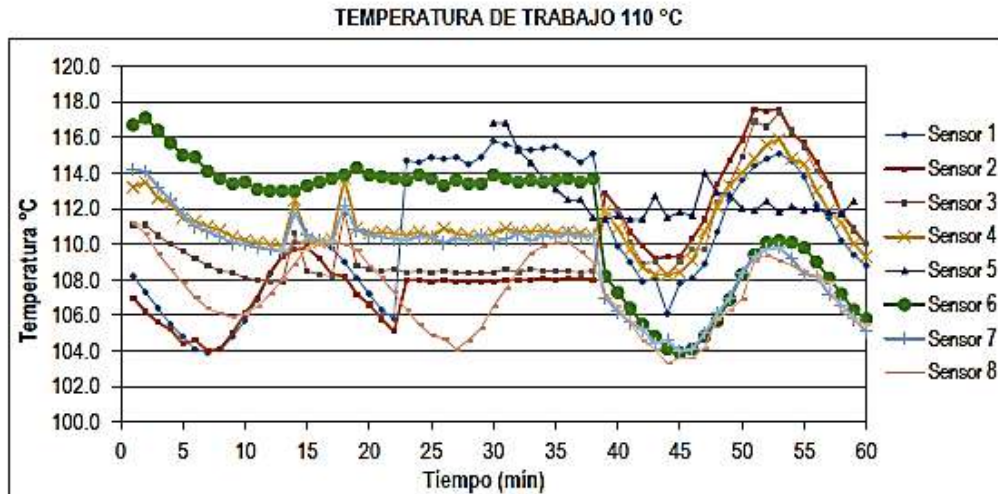
Versión: 2

Aprobado el 02-01-2024

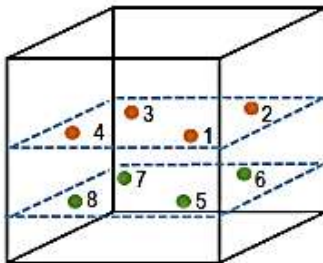
Página 3 de 4

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. Este documento carece de validez sin sellos y firmas correspondientes | Partial or total reproduction of this document is prohibited without of TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. This document is not valid without the respective stamp and signature. Dirección: Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima | Ventas: +51 938385323 | Metrología: +51 990721511 | RUC: 20603356781 | [www.terraservicelaboratorioperu.com](http://www.terraservicelaboratorioperu.com) | Correo: [terraservice.peru@gmail.com](mailto:terraservice.peru@gmail.com)

8. Gráficas de los resultados de medición



9. Dimensiones internas:



10. Consideraciones

\* Los sensores del nivel superior se ubicaron : 4.5 cm

\* Los sensores del nivel inferior se ubicaron : 7 cm

11. 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 TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

12. Nomenclatura

- T. prom : Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
- $\Delta T$  : Diferencia entre máxima y mínima temperatura en cada intervalo de tiempo.
- T. promedio : Promedio de las temperatura convencional verdadera durante el tiempo total.
- T. Máximo : La máxima de las temperaturas convencional verdadera durante el tiempo total.
- T. Mínimo : La mínima de las temperaturas convencional verdadera durante el tiempo total.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

## Certificado de Calibración

**TC - 11321 - 2023**

Proforma : 21085A Fecha de emisión : 2023-06-09

Solicitante : **TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.**  
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

**Instrumento de medición** : **Balanza**  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : T24PE  
N° de Serie : 2021110029  
Capacidad Máxima : 400 kg  
Resolución : 0,02 kg  
División de Verificación : 0,2 kg  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 4 kg  
Procedencia : No indica  
Identificación : TLP-01-PB  
Ubicación : ÁREA DE METROLOGÍA MANTENIMIENTO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2023-06-08

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 11321 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-08248-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-08250-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-08151-2023 Abril 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	61 %	62 %

Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	170	170,02	8	22	1	350	350,02	8	22
2		170,00	4	6	2		350,00	8	2
3		170,02	6	24	3		350,02	8	22
4		170,02	8	22	4		350,02	8	22
5		170,00	4	6	5		350,00	4	6
6		170,02	8	22	6		350,02	4	26
7		170,02	8	22	7		350,02	8	22
8		170,02	6	24	8		350,02	6	24
9		170,02	8	22	9		350,02	8	22
10		170,02	6	24	10		350,02	8	22
Emax - Emin   (g)				18	Emax - Emin   (g)				24
e.m.p. ± (g)				400	e.m.p. ± (g)				400

Certificado de Calibración  
TC - 11321 - 2023

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,6 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec				e.m.p. ± (g)	
	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	2	2,00	12	-2	120	120,02	18	12	14	400
2		2,00	10	0		120,00	16	-6	-6	
3		2,00	12	-2		119,98	12	-22	-20	
4		2,00	12	-2		120,02	18	12	14	
5		2,00	12	-2		120,02	18	12	14	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,9 °C	25,0 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

Carga (kg)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
2,000	2,00	12	-2						
4,000	4,00	12	-2	0	4,00	12	-2	0	200
10,000	10,00	10	0	2	10,00	10	0	2	200
40,001	40,02	12	17	19	40,02	12	17	19	200
70,002	70,02	10	18	20	70,02	10	18	20	200
100,003	100,02	12	15	17	100,00	12	-5	-3	200
150,004	150,02	12	14	16	150,00	12	-7	-5	400
200,007	200,02	12	11	13	200,00	12	-9	-7	400
250,010	250,00	8	-8	-6	250,02	10	10	12	400
300,011	300,00	10	-11	-9	300,02	10	9	11	400
350,012	350,02	10	8	10	350,02	10	8	10	400

Donde:

I : Indicación de la balanza  
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada  
E : Error encontrado

Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	=	$R - 6,37 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times \sqrt{4,45 \times 10^{-4} \text{ kg}^2 + 2,59 \times 10^{-9} \times R^2}$ (para R <= 350 kg)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 351,84 kg para una carga de valor nominal 350 kg.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

## Certificado de Calibración

TC - 11322 - 2023

Proforma : 21219A Fecha de emisión : 2023-06-10

Solicitante : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

**Instrumento de medición** : Balanza  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : EP22001 BASIC EXPLORER  
N° de Serie : 1124021550  
Capacidad Máxima : 22000 g  
Resolución : 0,1 g  
División de Verificación : 0,5 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 5 g  
Procedencia : SWITZERLAND  
Identificación : TLP-03-PB  
Ubicación : Área de metrología mantenimiento  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2023-06-08

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II", Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Certificado de Calibración  
TC - 11322 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE23-C-0191 Marzo 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-026-2023 Enero 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-024-2023 Enero 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-029-2023 Enero 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,7 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	11 000,00	11 000,3	0,08	0,27	1	22 000,00	22 000,2	0,08	0,17
2		11 000,2	0,06	0,19	2		22 000,2	0,08	0,17
3		11 000,2	0,06	0,19	3		22 000,1	0,05	0,10
4		11 000,3	0,08	0,27	4		22 000,2	0,08	0,17
5		11 000,3	0,08	0,27	5		22 000,3	0,08	0,27
6		11 000,2	0,06	0,19	6		22 000,3	0,08	0,27
7		11 000,1	0,05	0,10	7		22 000,2	0,08	0,17
8		11 000,2	0,06	0,19	8		22 000,2	0,06	0,19
9		11 000,2	0,06	0,19	9		22 000,3	0,08	0,27
10		11 000,3	0,08	0,27	10		22 000,3	0,08	0,27
Emáx - Emin   (g)				0,17	Emáx - Emin   (g)				0,17
error máximo permitido ( $\pm g$ )				1,50	error máximo permitido ( $\pm g$ )				1,50



## Certificado de Calibración

TC - 11323 - 2023

Proforma : 21085A Fecha de emisión : 2023-06-09

Solicitante : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

**Instrumento de medición** : Balanza  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : RC21P30  
N° de Serie : 8342412396  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 1 g  
División de Verificación : 1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 50 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : TLP-02-PB  
Ubicación : ÁREA DE METROLOGÍA MANTENIMIENTO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2023-06-08

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Certificado de Calibración  
TC - 11323 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE23-C-0191 Marzo 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-026-2023 Enero 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-024-2023 Enero 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-029-2023 Enero 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,8 °C	24,8 °C
Humedad Relativa	71 %	72 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	15 000	14 999	0,7	-1,2	1	30 000	29 998	0,6	-2,1
2		14 999	0,7	-1,2	2		29 998	0,6	-2,1
3		15 000	0,6	-0,1	3		29 999	0,6	-1,1
4		15 000	0,6	-0,1	4		29 999	0,7	-1,2
5		15 000	0,6	-0,1	5		29 999	0,7	-1,2
6		14 999	0,7	-1,2	6		29 999	0,7	-1,2
7		14 999	0,7	-1,2	7		29 998	0,6	-2,1
8		14 999	0,7	-1,2	8		29 998	0,7	-2,2
9		14 999	0,7	-1,2	9		29 999	0,6	-1,1
10		14 999	0,7	-1,2	10		29 999	0,7	-1,2
Emáx - Emin   (g)				1,1	Emáx - Emin   (g)				1,1
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0

Certificado de Calibración  
TC - 11323 - 2023

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,8 °C	24,9 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10	0,4	0,1	10 000	10 000	0,5	0,0	-0,1	2,0
2	10	10	0,4	0,1	10 000	9 998	0,4	-1,9	-2,0	
3	10	10	0,5	0,0	10 000	9 999	0,4	-0,9	-0,9	
4	10	10	0,4	0,1	10 000	9 998	0,4	-1,9	-2,0	
5	10	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,4	0,1	0,1	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,9 °C	25,1 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,4	0,1						
50	50	0,5	0,0	-0,1	50	0,5	0,0	-0,1	1,0
500	500	0,5	0,0	-0,1	500	0,6	-0,1	-0,2	1,0
2 000	2 000	0,4	0,1	0,0	2 000	0,7	-0,2	-0,3	1,0
6 000	6 000	0,5	0,0	-0,1	6 000	0,7	-0,2	-0,3	2,0
8 000	7 999	0,4	-0,9	-1,0	7 998	0,4	-1,9	-2,0	2,0
10 000	9 999	0,6	-1,1	-1,2	9 999	0,7	-1,2	-1,3	2,0
15 000	14 999	0,5	-1,0	-1,1	14 998	0,4	-1,9	-2,0	2,0
20 000	20 000	0,6	-0,1	-0,2	19 999	0,5	-1,0	-1,1	2,0
25 000	24 998	0,5	-2,0	-2,1	24 999	0,4	-0,9	-1,0	3,0
30 000	29 999	0,5	-1,0	-1,1	29 999	0,5	-1,0	-1,1	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)  
ΔL : Carga adicional  
E : Error del instrumento  
Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R + 5,41 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_{95} = 2 \times \sqrt{5,50 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 3,19 \times 10^{-9} \times R^2}$$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 29 991 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

**INFORME TÉCNICO**

EXPEDIENTE : INF-LE 068 – 23 A

SOLICITANTE : **TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.**  
Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima  
Att: Jhon W. Diaz Alvarado

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA  
Celda de Carga: TERRASERVICE  
Modelo: ZYY-C-2000KN  
Capacidad: 2000 kN  
N° serie: 20211101  
Indicador Digital: TERRASERVICE  
Modelo: ZZY-C-2000kN-3584  
N° serie: V136007  
Resolución: 0.1kN

FECHA : San Miguel, 21 de marzo de 2023.



Ing. Daniel Torrealva D.  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas

## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta calibración fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras el 21 de marzo de 2023.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : TERRASERVICE
- Modelo : ZYY-C-2000KN
- N° serie : 20211101
- Capacidad : 2000kN (nominal)

Indicador Digital:

- Marca : TERRASERVICE
- Model : ZZY-C-2000kN-3584
- N° serie : V136007
- Resolución : 0.1 kN

### 3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 KN, con última calibración de 17 de junio de 2022.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, 200t
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN 700

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicado en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Celda calibrada: TERRASERVICE  
N° serie: 20211101  
Indicador Digital: TERRASERVICE  
Modelo: ZYY-C-2000kN-3584

Capacidad: 2000kN  
Modelo: ZYY-C-2000KN  
N° serie: V136007  
Resolución: 0.1 kN

Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN  
Amplificador usado: MGCplus1 ch5  
Informe de Calibración N° 2022-1 87747 de 17 de junio de 2022

Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al  
HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania  
Norma de referencia: ASTM E74-18  
Fecha calibración: 2023-03-21

Ejecutores: M. Huamancayo P. - D. Llaclatahuaman M.

PATRON(CARGA) (kN)			INDICADOR DIGITAL TERRASERVICE (kN)		
99.86	99.85	99.86	100.8	100.4	100.2
199.63	199.61	199.62	200.6	200.4	200.4
299.43	299.39	299.41	301.4	300.4	301.0
399.25	399.20	399.23	400.9	400.9	401.1
499.10	499.03	499.07	502.2	501.4	501.8
598.97	598.89	598.94	602.2	601.8	602.4
698.67	698.78	698.84	702.6	702.3	702.9
798.80	798.69	798.76	803.1	802.9	803.6
898.75	898.63	898.70	903.6	903.8	904.6
979.23	979.10	979.18	984.6	984.6	985.8

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXIÓN} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

$$A = 0.1301553355$$

$$B = 1.0037488470$$

$$C = 0.0000021568$$

Obteniéndose como resultado:

$$\text{Desviación Standard } S = 0.3 \text{ kN}$$

$$\text{LLF} = 0.7 \text{ kN}$$

$$U = 3 \text{ kN}$$

Nota: DEFLEXIÓN es la lectura directa del indicador digital TERRASERVICE

La Incertidumbre expandida, para  $k=2$ , se ha calculado para 990 kN

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas

INF-LE: 068-23 A



**INFORME TÉCNICO**

EXPEDIENTE : INF- LE 068 – 23 B

SOLICITANTE : **TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.**  
Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima  
Att: Jhon W. Díaz Alvarado

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA  
Celda de Carga: KELI  
Capacidad: 5t  
N° serie: K5T1175  
Tipo: Clase III  
Indicador Digital: OHAUS  
Modelo: TD52P  
N° serie: C227401744  
Resolución: 0.1kg

FECHA : San Miguel, 21 de marzo de 2023.



Ing. Daniel Torrealva D.  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas

## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta calibración fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras el día 21 de marzo de 2023.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga  
- Marca : KELI  
- N° serie : K5T1175  
- Capacidad : 5t (nominal)  
- Tipo : Clase III

Indicador Digital  
- Marca : OHAUS  
- Modelo : TD52P  
- N° serie : C227401744  
- Resolución : 0.1kg

### 3. EQUIPO EMPLEADO.

-Marco de reacción de perfiles mecano.  
-Celda de carga, HBM, U1, N° 6727, 50 kN, con última calibración de 06 de junio de 2022.  
-Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6  
  
-Gata hidráulica, LUKAS, 200 t HP 200/200 FNr.: 300  
-Bomba hidráulica manual, LUKAS 841200425

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

INF-LE: 068-23 B



Celda calibrada: KELI  
# serie: K5T1175  
Indicador Digital: OHAUS  
Número serie: C227401744

Capacidad: 5 t  
Modelo: TD52P  
Resolución: 0.1 kg

**Celda patrón:** HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN U = 0.07 kN  
Amplificador usado: MGCplus1 ch6  
Informe de Calibración N° 2022-1 6727 de 30 de junio de 2022  
Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al

HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania  
Norma de referencia: ASTM E74-18

Fecha calibración: 2023-03-21  
Ejecutores: D.Llactahuaman M. - M. Huamancayo P.

PATRON (kg)			INDICADOR DIGITAL OHAUS (kg)		
764.5	764.4	764.4	766.7	762.8	765.5
1274.6	1274.4	1274.4	1272.6	1270.6	1275.2
1784.7	1784.5	1784.5	1784.0	1779.6	1786.0
2294.9	2294.7	2294.6	2295.1	2289.2	2295.4
2805.2	2804.9	2804.8	2801.3	2797.5	2806.4
3315.5	3315.2	3315.1	3311.6	3306.7	3316.6
3825.9	3825.5	3825.4	3824.0	3815.6	3824.9
4336.3	4335.9	4335.8	4330.7	4324.8	4336.8
4846.8	4846.3	4846.2	4843.1	4835.9	4845.9
4967.2	4966.7	4966.6	4961.5	4974.0	4966.3

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXIÓN} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = 1.3316050297  
B = 0.9983601597  
C = 0.0000000458

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 3.75 kg  
LLF = 9.0 kg  
U = 32 kg

Nota: DEFLEXIÓN es la lectura directa del indicador digital OHAUS  
La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 4999 kg

Este informe contiene 3 páginas.  
Prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.  
INF-LE: 088-23 B





**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C - 099 - 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 1 de 9

Expediente	<b>1051487</b>	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)
Solicitante	<b>TERRASERVIC LABORATORIO PERU S.R.L.</b>	
Dirección	<b>JR ANDAHUAYLAS 477, SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA-PERU</b>	
Instrumento de Medición	<b>BLOQUES PATRON DE LONGITUD</b>	Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver <a href="http://www.bipm.org">http://www.bipm.org</a> ).
Longitud Nominal	<b>0,5 mm a 100 mm</b>	
Grado	<b>0 ( * )</b>	
Marca	<b>DASQUA ( * )</b>	
Modelo	<b>6110-1287 ( * )</b>	
Número de Serie	<b>190081 ( * )</b>	<i>This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see <a href="http://www.bipm.org">http://www.bipm.org</a>).</i>
Cantidad	<b>40</b>	
Material	<b>ACERO</b>	
Fecha de Calibración	<b>2023-10-11 al 2023-10-19</b>	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.  
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por QUESPE  
CUSTUMBA Day Berro FAU  
2060282015 445  
Fecha: 2023.10.30 17:38:54



Firmado digitalmente por  
CANO LIBRE Daniel Adolfo  
CAU 2060211016 1016  
Fecha: 2023.10.16 19:14:57

Dirección de Metrología

Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología.  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)





**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C – 099 – 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Longitud y Ángulo

Página 2 de 9

#### Método de Calibración

Determinación de la desviación a la longitud nominal y la variación de longitud, por el método de comparación, utilizando bloques patrón de longitud de mejor grado y un comparador de bloques patrón.

Se tomó como referencia la Norma ISO 3650:1998

#### Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud y Ángulo  
Calle De La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

#### Condiciones Ambientales

Temperatura	20,0 °C ± 0,5 °C
-------------	------------------

#### Patrones de referencia

Trazabilidad metroológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de Referencia del Centro Español de Metrología (CEM)	Bloques patrón de longitud LA 01 010 Grado K	210468001/M1 2022-01-13
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología (INACAL)	Comparador de bloques patrón LA 05 019 con incertidumbre del orden de 0,032 µm	INACAL DM/LLA-288-2023 2023-06-08

#### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.  
(\* ) Datos dados en la caja que los contiene.



**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad  
 Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C – 099 – 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
 Calibración (CMC – MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 3 de 9

#### Resultados de Medición

Longitud Nominal (mm)	Número de Serie	CARA IZQUIERDA / CARA SIN MARCAR						CARA DERECHA / CARA MARCADA						DESNG
		AR	LR	R	SR	C	AD	AR	LR	R	SR	C	AD	
0.5	188010		X				SI		X				SI	NO
1.04	190780		X				SI		X				SI	NO
1.08	192667		X				SI		X				SI	NO
1.12	194369	X					SI	X					SI	NO
1.15	196230		X				SI		X				SI	NO
1.16	192669		X				SI		X				SI	NO
1.24	190378		X				SI		X				SI	NO
1.25	171759		X				SI		X				SI	NO
1.28	182953	X					SI	X					SI	NO
1.30	184981		X				SI		X				SI	NO
1.32	180389	X					SI	X					SI	NO
1.38	142228		X				SI		X				SI	NO
1.40	191789		X				SI		X				SI	NO
1.48	187497		X				SI		X				SI	NO
2	192667		X				SI		X				SI	NO
2.5	185336		X				SI		X				SI	NO
3	181182		X				NO		X				NO	NO
3.5	182034		X				NO		X				NO	NO
4	196403		X				NO		X				NO	NO
4.5	181491		X				NO		X				NO	NO
5	194173		X				NO		X				SI	NO
5.5	174266		X				NO		X				NO	NO
6	186738		X				SI		X				SI	NO
6.5	192016		X				NO		X				NO	NO
7	192525		X				SI		X				NO	NO
7.5	131833		X				SI		X				SI	NO
8	193234		X				SI		X				SI	NO
8.5	164015		X				SI		X				SI	NO
9	198981		X				SI		X				SI	NO
9.5	188142		X				NO		X				SI	NO

Un casillero marcado con X significa que el instrumento de medición entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.  
 Un casillero sin marca alguna significa que el instrumento de medición no entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.  
 Las clasificaciones se describen en la siguiente página.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: metrologia@inacal.gob.pe  
 WEB: www.inacal.gob.pe





**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad  
 Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C – 099 – 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
 Calibración (CMC – MRA)

**Laboratorio de Longitud y Angulo**

Página 4 de 9

Longitud Nominal (mm.)	Número de Serie	CARA IZQUIERDA / CARA SIN MARCAR						CARA DERECHA / CARA MARCADA						DESMB	
		AR	LR	R	SR	C	AD	AR	LR	R	SR	C	AD		
10	126727			X			NO			X				SI	NO
20	194708		X						X					SI	NO
30	107408		X						X					SI	NO
40	107586		X				NO		X					NO	NO
50	120140	X					NO	X						NO	NO
60	196801	X					NO	X						NO	NO
70	108876		X						X					NO	NO
80	108803	X					NO	X						NO	NO
90	192876	X					NO	X						NO	NO
100	106167	X					NO	X						NO	NO

Un casillero marcado con X significa que el instrumento de medición entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.  
 Un casillero sin marca alguna significa que el instrumento de medición no entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.  
 Las clasificaciones se describen en la siguiente página.

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 517, San Isidro, Lima – Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)





**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad  
 Metrología

## Certificado de Calibración

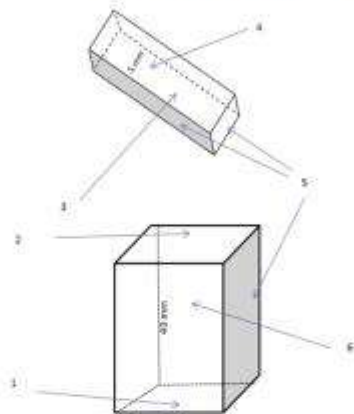
**LLA - C - 099 - 2023**

Consistente con las capacidades de medida y  
 Calibración (CMC - MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 5 de 9

### Denominación de las caras de los bloques patrón de longitud



a) para longitudes  $h < 6\text{ mm}$

b) para longitudes nominales  $h \ge 6\text{ mm}$

#### Leyenda

- 1 cara de medición izquierda
- 2 cara de medición derecha
- 3 cara de medida sin marcas
- 4 cara de medida marcada
- 5 cara laterales
- 6 cara lateral marcada

### Considerar las clasificaciones siguientes:

<b>AR</b>	Ausencia de rayas. No debe observarse rayas en la totalidad de la cara.
<b>LR</b>	Levemente rayado. Se observa una pequeña cantidad de rayas, no mayor de veinte.
<b>R</b>	Rayado. Se observa una cantidad de rayas considerablemente mayor a las del caso anterior, prácticamente es imposible de determinar su número.
<b>SR</b>	Severamente rayado. No existe sector alguno libre de rayas sobre la cara observada, o bien está presente al menos una raya de gran longitud y profundidad.
<b>C</b>	Corrosión. Se observa corrosión de cualquier tipo sobre la cara observada.
<b>AD</b>	Resultado de la prueba de adherencia (SINC)
<b>DESMG</b>	Fue necesario desmagnetizar el bloque (SINC)

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: metrologia@inacal.gob.pe  
 WEB: www.inacal.gob.pe





**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad  
 Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C - 099 - 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
 Calibración (CMC - MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 6 de 9

LONGITUD NOMINAL	NÚMERO DE SERIE DEL BLOQUE PATRON DE LONGITUD	DESVIACIÓN AL LONGITUD NOMINAL	LONGITUD CENTRAL MEDIDA	VARIACIÓN DE LONGITUD	GRADO 0	
					MÁXIMA DESVIACIÓN DE LONGITUD PERMITIDA EN CUALQUIER PUNTO RESPECTO A LA LONGITUD NOMINAL	ERROR MÁXIMO PERMITIDO DE LA VARIACIÓN DE LONGITUD
$l_n$ (mm)		$(l_c - l_n)$ ( $\mu\text{m}$ )	$(l_c)$ (mm)	$(v = l_{\text{max}} - l_{\text{min}})$ ( $\mu\text{m}$ )	$\pm l_e$ ( $\mu\text{m}$ )	$l_e$ ( $\mu\text{m}$ )
0.5	198010	-0.05	0.49995	0.05	0.12	0.10
1.04	198790	-0.08	1.03992	0.07	0.12	0.10
1.08	195967	-0.03	1.07997	0.04	0.12	0.10
1.12	194309	0.01	1.12001	0.05	0.12	0.10
1.15	198230	0.03	1.15003	0.08	0.12	0.10
1.18	192889	0.03	1.18003	0.06	0.12	0.10
1.24	130378	-0.08	1.23994	0.08	0.12	0.10
1.25	171758	0.01	1.25001	0.05	0.12	0.10
1.28	180503	0.02	1.28002	0.05	0.12	0.10
1.30	164661	0.07	1.30007	0.06	0.12	0.10
1.32	160369	-0.09	1.31991	0.10	0.12	0.10
1.35	142228	-0.04	1.37996	0.07	0.12	0.10
1.40	191789	0.01	1.40001	0.03	0.12	0.10
1.48	187497	-0.03	1.47997	0.02	0.12	0.10
2	195857	-0.13	1.99987	0.06	0.12	0.10
2.5	195336	-0.03	2.49997	0.04	0.12	0.10
3	191182	-0.02	2.99998	0.06	0.12	0.10
3.5	192034	0.03	3.50003	0.10	0.12	0.10
4	196403	-0.03	3.99997	0.04	0.12	0.10
4.5	181491	0.04	4.50004	0.05	0.12	0.10
5	194173	0.00	5.00000	0.07	0.12	0.10
5.5	174355	-0.04	5.49996	0.07	0.12	0.10
6	198738	0.02	6.00002	0.05	0.12	0.10
6.5	195518	0.07	6.50007	0.02	0.12	0.10
7	199525	-0.04	6.99996	0.04	0.12	0.10
7.5	131833	-0.08	7.49994	0.03	0.12	0.10
8	190924	-0.14	7.99986	0.09	0.12	0.10
8.5	164015	-0.05	8.49995	0.02	0.12	0.10
9	198981	-0.08	8.99994	0.14	0.12	0.10
9.5	198142	-0.07	9.49993	0.01	0.12	0.10

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)





**INACAL**  
 Instituto Nacional  
 de Calidad  
 Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C - 099 - 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
 Calibración (CMC - MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 7 de 9

LONGITUD NOMINAL  ln  (mm)	NÚMERO DE SERIE DEL BLOQUE PATRÓN DE LONGITUD	DESVIACIÓN ALA LONGITUD NOMINAL  (lc - ln)  (µm)	LONGITUD CENTRAL MEDIDA  (lc)  (mm)	VARIACIÓN DE LONGITUD  (v = lmax - lmin)  (µm)	GRADO 0	
					MÁXIMA DESVIACIÓN DE LONGITUD PERMITIDA EN CUALQUIER PUNTO RESPECTO A LA LONGITUD NOMINAL  ± L <sub>0</sub>  (µm)	ERROR MÁXIMO PERMITIDO DE LA VARIACIÓN DE LONGITUD  L <sub>0</sub>  (µm)
10	198737	-0.02	9.99998	0.07	0.12	0.10
20	194708	0.03	20.00003	0.06	0.14	0.10
30	197498	-0.06	29.99994	0.10	0.20	0.10
40	197988	-0.05	39.99995	0.08	0.20	0.10
50	190140	-0.14	49.99986	0.08	0.20	0.10
60	195807	-0.31	59.99969	0.14	0.25	0.12
70	193676	-0.02	69.99998	0.30	0.25	0.12
80	192803	0.11	80.00011	0.15	0.30	0.12
90	192878	-0.04	89.99996	0.17	0.30	0.12
100	199187	0.20	100.00020	0.14	0.30	0.12

(\*\*); (\*\*\*)  
 (\*\*\*)  
 (\*\*\*)  
 (\*\*\*)  
 (\*\*\*)

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 email: metrologia@inacal.gob.pe  
 WEB: www.inacal.gob.pe





**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

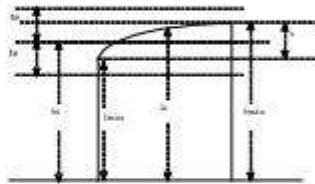
### LLA - C - 099 - 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC - MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 8 de 9

Determinación de la desviación a la longitud nominal y la variación de longitud del  
bloque patrón de longitud



Incertidumbre expandida de medición:  $\sqrt{(91 \text{ nm})^2 + (1,24 \cdot 10^{-6} \cdot L)^2}$   
L: Longitud nominal expresado en milímetros.

(\*\*) La desviación a la longitud nominal para este bloque patrón de longitud es mayor a la máxima desviación de longitud permitida en cualquier punto respecto a la longitud nominal para bloques patrón de longitud Grado 0 de acuerdo a la Norma ISO 3650.

(\*\*\*) La variación de longitud encontrada para este bloque patrón de longitud es mayor al error máximo permitido de la variación de longitud para bloques patrón de longitud Grado 0 de acuerdo a la Norma ISO 3650.

Nota 1:

El coeficiente de dilatación térmica del bloque patrón de longitud grado K es  $(10,8 \pm 0,5) \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ , dato dado por el fabricante.

El coeficiente de dilatación térmica del bloque patrón de longitud grado 0 utilizado es  $(11,5 \pm 1,0) \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  y los errores máximos permitidos, datos tomados de la Norma ISO 3650:1998.

Nota 2:

Solo la CMC es para la longitud central el cual se encuentra publicada en el Apéndice C de la base de datos del BPM, respaldada por el Acuerdo Reconocimiento Mútuo CIPM MRA.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8920 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)





**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LLA - C - 099 - 2023

Consistente con las capacidades de medida y  
Calibración (CMC - MRA)

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 9 de 9

#### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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

#### Recalibración

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

#### DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCL.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de la Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

#### LABORATORIO DE LONGITUD Y ANGULO - LLA

Diversos servicios del Laboratorio de Longitud y Angulo cuentan con el reconocimiento internacional ya que están incluidos en el Apéndice C, dentro del marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo Internacional (MRA) del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) conforme puede verse en la base de datos internacional del Bureau International des Poids et Mesures BIPM en el siguiente link

[http://www.bipm.org/lexalesd\\_kodblexa\\_kodblex.jsp?](http://www.bipm.org/lexalesd_kodblexa_kodblex.jsp?c=+123866440221815271398_C=peJLz2EjzW0il_Bj@H22cYp3IChzUvJrH8BmM8yKMNmMzYmMIOzg1MT5IzD4K4BQwGDP)

[c=+123866440221815271398\\_C=peJLz2EjzW0il\\_Bj@H22cYp3IChzUvJrH8BmM8yKMNmMzYmMIOzg1MT5IzD4K4BQwGDP](http://www.bipm.org/lexalesd_kodblexa_kodblex.jsp?c=+123866440221815271398_C=peJLz2EjzW0il_Bj@H22cYp3IChzUvJrH8BmM8yKMNmMzYmMIOzg1MT5IzD4K4BQwGDP)  
[E5uSR2A7qsZChll\\_SplIM\\*ILHErxclhMDJqAAAuGBu8A\\_g=AppC](http://www.bipm.org/lexalesd_kodblexa_kodblex.jsp?c=+123866440221815271398_C=peJLz2EjzW0il_Bj@H22cYp3IChzUvJrH8BmM8yKMNmMzYmMIOzg1MT5IzD4K4BQwGDP). Concordantemente todos estos servicios tienen su Sistema de Calidad aprobado por el Quality System Task Force (QSTF) que es el grupo encargado de evaluar los Sistemas de Calidad de los Institutos Nacionales de Metrología INMs del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
WEB: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC - 10976 - 2023**

**PROFORMA :** 21085A

Fecha de emisión : 2023-06-09

**SOLICITANTE :** TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** WINCHA  
 Marca : STANLEY  
 Modelo : 30-626  
 N° de Serie : No Indica  
 Intervalo de Indicación : 0 m a 8 m  
 Resolución : 1 mm  
 Procedencia : China  
 Identificación : TLP-03-PL  
 Fecha de Calibración : 2023 - 06 - 09

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro regla patrón según procedimiento PIC-TC-21 "Procedimiento interno para calibración de flexómetros". Primera Edición - Marzo 2017. TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	49,4 %	50,9 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 10976 - 2023

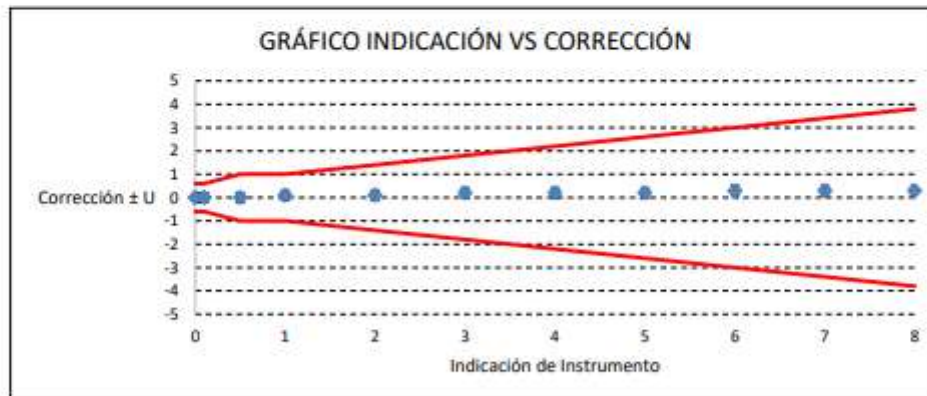
**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Láser estabilizado con incertidumbre de 0,08 $\mu$ m DM - INACAL	Regla de Acero Clase I 0 mm a 1 000 mm	LLA-034-2023
Microscopio de Medición Incertidumbre de 0,58 $\mu$ m a 1,10 $\mu$ m DM-INACAL	Retícula de Medición 0 mm a 10 mm	LLA-210-2023

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Instrumento a Calibrar		Indicación del Patrón ( mm )	Corrección ( mm )	E.M.P. Clase II ( mm )	Incertidumbre ( mm )
( m )	( mm )				
0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2
0,1	100,0	100,0	0,0	0,6	0,2
0,5	500,0	500,0	0,0	1,0	0,2
1	1 000,0	1 000,1	0,1	1,0	0,2
2	2 000,0	2 000,1	0,1	1,4	0,2
3	3 000,0	3 000,2	0,2	1,8	0,2
4	4 000,0	4 000,2	0,2	2,2	0,2
5	5 000,0	5 000,2	0,2	2,6	0,2
6	6 000,0	6 000,3	0,3	3,0	0,2
7	7 000,0	7 000,3	0,3	3,4	0,2
8	8 000,0	8 000,3	0,3	3,8	0,2

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**



**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
Los errores máximos permitidos especificados en la tabla son de la clase II, acuerdo a la norma OIML R35-1.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

PGC-16-r29/Marzo 2017/Rev.00

Página 2 de 2



Av. Simón Bolívar 1631 Pueblo Libre - Lima

990089889

informes@testcontrol.com.pe

Empresa con *responsabilidad social*, acercando la ciencia a los que comparten nuestra *pasión por la metrología*.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 10977 - 2023

PROFORMA : 21085A Fecha de emisión: 2023-06-10

SOLICITANTE : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PIE DE REY**  
Tipo : Analógico  
Marca : INSIZE  
Modelo : 1214-450  
N° de Serie : 0301160066  
Intervalo de Indicación : 0 mm a 450 mm  
División de Escala : 0,02 mm  
Procedencia : No Indica  
Identificación : TLP-01-PL  
Fecha de Calibración : 2023 - 06 - 10

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	20,1 °C
Humedad Relativa	51,3 %	55,1 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Certificado : TC - 10977 - 2023

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-081-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-304-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 300 mm Grado 0	LLA-305-2022
Comparador Horizontal Incertidumbre de 0,2 $\mu\text{m}$ + 0,78 $\mu\text{m}/\text{m}$ DM-INACAL	Varilla Cilíndrica 10 mm	LLA-038-2023
Bloque Patrón Grado 0 DM-INACAL	Micrómetro de Exteriores 0 mm a 25 mm	TC-11578-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Error de referencia inicial (I) = 0  $\mu\text{m}$

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor Patrón (mm)	Promedio de la indicación del Pie de Rey (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0
300,000	300,000	0
400,000	400,000	0
450,001	450,000	-1

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
450,000	0

Certificado : TC - 10977 - 2023

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**Error de repetibilidad (R)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
450,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S<sub>E,I</sub>)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
40,000	0

**Error de contacto lineal (L)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	0

**Error de contacto de superficie completa (J)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	0

**Incertidumbre de Medición :**  $( 11,7^2 + 0,01^2 \times L^2 )^{1/2} \mu\text{m}$

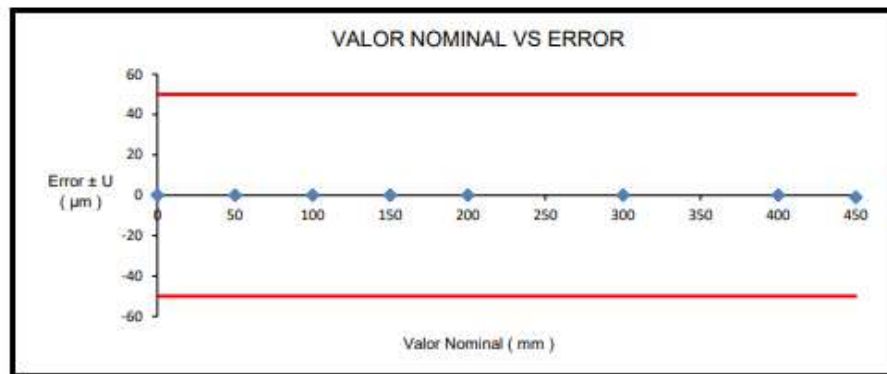
L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).

Nota 2: El instrumento tiene un error máximo permitido de  $\pm 50 \mu\text{m}$ , según norma DIN 862.

Certificado : TC - 10977 - 2023

#### RESULTADOS DE MEDICIÓN



#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 10978 - 2023

PROFORMA : 21085A Fecha de emisión: 2023-06-10

SOLICITANTE : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY  
Tipo : Analógico  
Marca : INSIZE  
Modelo : 1205-200S  
N° de Serie : 0604170710  
Intervalo de Indicación : 0 mm a 200 mm  
División de Escala : 0,02 mm  
Procedencia : No Indica  
Identificación : TLP-02-PL  
Fecha de Calibración : 2023 - 06 - 10

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN  
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	50,3 %	54,0 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Certificado : TC - 10978 - 2023

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-081-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-304-2022
Comparador Horizontal Incertidumbre de $0,2 \mu\text{m} + 0,78 \mu\text{m}/\text{m}$ DM-INACAL	Varilla Cilíndrica 10 mm	LLA-038-2023
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-299-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Error de referencia inicial (I) =  $0 \mu\text{m}$

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor Patrón ( mm )	Promedio de la indicación del Pie de Rey ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
200,000	0

Certificado : TC - 10978 - 2023

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**Error de repetibilidad (R)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
200,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S<sub>E-I</sub>)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S<sub>E-P</sub>)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	0

**Error de contacto lineal (L)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	0

**Error de contacto de superficie completa (J)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
10,000	0

**Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( μm )
5,000	0

**Incertidumbre de Medición :**  $( 11,55^2 + 0,01^2 \times L^2 )^{1/2} \mu\text{m}$

L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

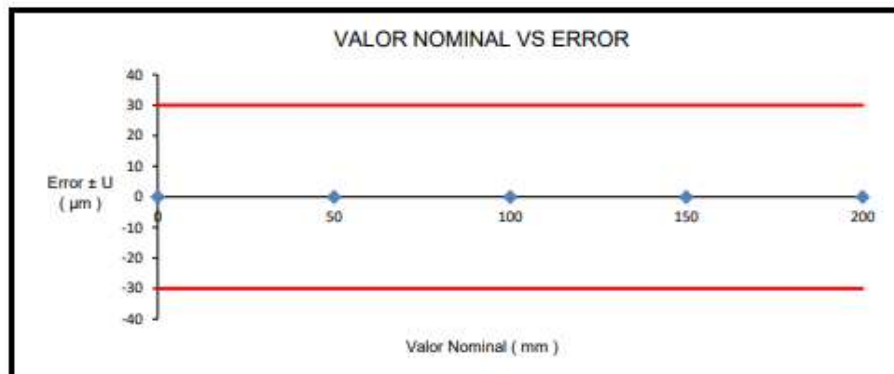
Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de  $\pm 30 \mu\text{m}$ , según norma DIN 862.

Certificado : TC - 10978 - 2023

#### RESULTADOS DE MEDICIÓN



#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0185-LM-2023

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN	: 2023-02-21	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 %.
EXPEDIENTE	: 04135	
<b>1. SOLICITANTE</b>	: <b>TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.</b>	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.  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.  CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>DIRECCIÓN</b>	: JR. ANDAHUAYLAS NRO. 477 URB. PERU LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES.	
<b>2. MEDIDA MATERIALIZADA</b>	: <b>JUEGO DE PESAS</b>	
MARCA	: NO INDICA	
VALOR NOMINAL	: 100 mg a 5 kg	
CLASE DE EXACTITUD	: M <sub>2</sub>	
COLOR	: PLATEADO	
PROCEDENCIA	: NO INDICA	
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	: P356 (*)	
CANTIDAD	: 20 unidades	
UBICACIÓN	: NO INDICA	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2023-02-17	
<b>3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>	Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M1-2, M2, M2-3 y M3, (PC-008 de INACAL, 1ra edición Abril 2021).	
<b>4. LUGAR DE CALIBRACIÓN</b>	Laboratorio de Calibración N° 2 de CADENT S.A.C. Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos.	

Firmado digitalmente por  
Juan Pinedo  
Fecha: 2023-02-21  
14:11:01  
Jefe de Metrología

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0185-LM-2023

Página 2 de 2

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	20,2	20,5
Humedad Relativa (%hr)	51,8	52,5
Presión Atmosférica (hPa)	1 006,3	1 006,3

### 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
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de clase M <sub>1</sub>	1937-LM-2022
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase F <sub>2</sub>	M-0781-2021
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de pesas de clase E <sub>2</sub>	LM - C - 233 -2022

### 7. OBSERVACIONES

(\*) Código de identificación se encuentra en una etiqueta pegada en el estuche.

No se realizó ningún tipo de ajuste a la pesa.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M<sub>1</sub>, según la Norma Metrología Peruana 004 - 2007.

### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Nominal	Código de Identificación	Masa Convencional	Incertidumbre	Material	Forma	E.M.P. (±) M <sub>1</sub>
100 mg	-	100 mg + 0,3 mg	0,5 mg	Acero inoxidable	Laminar	1,6 mg
200 mg	-	200 mg + 0,1 mg	0,6 mg	Acero inoxidable	Laminar	2,0 mg
200 mg	-	200 mg + 0,1 mg	0,6 mg	Acero inoxidable	Laminar	2,0 mg
500 mg	-	500 mg + 0,0 mg	0,8 mg	Acero inoxidable	Laminar	2,5 mg
1 g	-	1 g + 0,1 mg	1,0 mg	Acero inoxidable	Laminar	3,0 mg
2 g	-	2 g + 0,0 mg	1,2 mg	Acero inoxidable	Laminar	4,0 mg
2 g	-	2 g + 0,1 mg	1,2 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	4,0 mg
5 g	-	5 g + 0,1 mg	1,6 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	5,0 mg
10 g	-	10 g + 0,6 mg	2,0 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	6,0 mg
20 g	-	20 g + 0,0 mg	2,5 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	8,0 mg
20 g	-	20 g + 0,0 mg	2,5 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	8,0 mg
50 g	-	50 g + 0,8 mg	3,0 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	10,0 mg
100 g	-	100 g + 1,5 mg	5,0 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	16,0 mg
200 g	-	200 g + 2 mg	10 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	30 mg
200 g	-	200 g + 1 mg	10 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	30 mg
500 g	-	500 g + 4 mg	25 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	80 mg
1 kg	-	1 kg + 10 mg	50 mg	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	160 mg
2 kg	-	2 kg + 0,01 g	0,10 g	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	300 mg
2 kg	-	2 kg + 0,00 g	0,10 g	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	300 mg
5 kg	-	5 kg + 0,12 g	0,25 g	Acero inoxidable	Cilíndrica con botón	800 mg

FIN DE DOCUMENTO

RTO-L2MC-MED  
Versión 12

**\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO\***  
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología  
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601  
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

Aprobado por: MB  
Fecha: 2023-09-27

ventas@cadentsac.com.pe  
☎ (+51) 994622122

operaciones@cadentsac.com.pe  
☎ (+51) 989250611

calidad@cadentsac.com.pe  
☎ (+51) 6276601 (112)

www.cadentsac.com.pe  
☎ (+51) 998376923

## Certificado de Calibración

### TC - 09117 - 2023

Proforma : 21085A Fecha de emisión: 2023-06-13

**Solicitante** : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

**Instrumento** : Pesa  
Valor Nominal : 5 kg  
Marca : No indica  
Material : Hierro fundido  
Clase de Exactitud : M2  
Cantidad : 1  
Procedencia : No indica  
Identificación : 501-M2  
Ubicación : No indica  
Fecha de Calibración : 2023-06-09

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Lugar de calibración**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

**Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestras pesas patrón según el procedimiento PC-008 "Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M<sub>1-2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub> y M<sub>3</sub> de la NMP 004:2007. Primera Edición - Abril 2021. DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**Condiciones de calibración**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	61,9 %	62,4%
Presión	1 003,5 hPa	1 003,6 hPa

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

**Certificado de Calibración**  
**TC - 09117 - 2023**

**Trazabilidad**

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de LOJUSTO S.A.C.	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud M1	E030-L-076A-2023-2 Marzo 2023

**Resultados de medición**

Masa Convencional	Identif.	Incertidumbre	E. M. P. ( $\pm$ ) ( M2 )	Forma	Material	Cavidad ajuste
5 kg - 0,19 g	501-M2	0,25 g	0,80 g	Paralelepípedo	Hierro fundido	Tiene

**Observaciones**

E.M.P. : Error Máximo Permitido según NMP-004 \*Pesas de las clases E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>1.2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2.3</sub> y M<sub>3</sub>.  
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Incertidumbre**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**Fin del documento**

## Certificado de Calibración TC - 09118 - 2023

Proforma : 21085A                      Fecha de emisión: 2023-06-13

**Solicitante** : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
**Dirección** : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

**Instrumento** : Pesa  
**Valor Nominal** : 10 kg  
**Marca** : No indica  
**Material** : Hierro fundido  
**Clase de Exactitud** : M2  
**Cantidad** : 1  
**Procedencia** : No indica  
**Identificación** : 101-M2  
**Ubicación** : No indica  
**Fecha de Calibración** : 2023-06-09

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Lugar de calibración**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

**Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestras pesas patrón según el procedimiento PC-008 "Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M<sub>1,2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2,3</sub> y M<sub>3</sub> de la NMP 004:2007. Primera Edición - Abril 2021. DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**Condiciones de calibración**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	61,9 %	62,4%
Presión	1 003,5 hPa	1 003,6 hPa

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
**Gerente Técnico**  
**CFP: 0316**

**Certificado de Calibración**  
**TC - 09118 - 2023**

**Trazabilidad**

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de LOJUSTO S.A.C.	Pesa 10 kg Clase de Exactitud M1	E030-L-076A-2023-3 Marzo 2023

**Antes del ajuste**

Masa convencional	Identif.	Incertidumbre	E. M. P. ( M2 )
10 kg + 1,9 g	101-M2	0,5 g	1,6 g

**Resultados de medición**

Masa Convencional	Identif.	Incertidumbre	E. M. P. (±) ( M2 )	Forma	Material	Cavidad ajuste
10 kg + 0,1 g	101-M2	0,5 g	1,6 g	Paralelepípedo	Hierro fundido	Tiene

**Observaciones**

E.M.P. : Error Máximo Permitido según NMP-004 \*Pesas de las clases E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>1-2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub> y M<sub>3</sub>.  
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Incertidumbre**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**Fin del documento**

## Certificado de Calibración

### TC - 09119 - 2023

Proforma : 21085A Fecha de emisión: 2023-06-13

**Solicitante** : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martin De Porres - Lima

**Instrumento** : Pesa  
Valor Nominal : 20 kg  
Marca : No indica  
Material : Hierro fundido  
Clase de Exactitud : M2  
Cantidad : 1  
Procedencia : No indica  
Identificación : 201-M2  
Ubicación : No indica  
Fecha de Calibración : 2023-06-09

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**Lugar de calibración**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

**Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestras pesas patrón según el procedimiento PC-008 "Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud  $M_{1,2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2,3}$  y  $M_3$  de la NMP 004:2007. Primera Edición - Abril 2021. DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**Condiciones de calibración**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	61,9 %	62,4%
Presión	1 003,5 hPa	1 003,6 hPa

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

**Certificado de Calibración**  
**TC - 09119 - 2023**

**Trazabilidad**

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de LOJUSTO S.A.C.	Pesa 20 kg Clase de Exactitud M1	E030-L-076A-2023-4 Marzo 2023

**Antes del ajuste**

Masa convencional	Identif.	Incertidumbre	E. M. P. ( M2 )
20 kg + 4,3 g	201-M2	1,0 g	3,0 g

**Resultados de medición**

Masa Convencional	Identif.	Incertidumbre	E. M. P. (±) ( M2 )	Forma	Material	Cavidad ajuste
20 kg - 0,2 g	201-M2	1,0 g	3,0 g	Paralelepípedo	Hierro fundido	Tiene

**Observaciones**

E.M.P. : Error Máximo Permitido según NMP-004 \*Pesas de las clases E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>1,2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2,3</sub> y M<sub>3</sub>.  
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Incertidumbre**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

**Fin del documento**



FME-001

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° ML-0052-2024**

Fecha de Emisión: 2024-02-06

Orden de Trabajo 0078-00

Expediente: 1556

**1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

Razón Social : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.

Dirección: : Jr. Andahuaylas Nros. 477, Urb. Peru, San Martín de Porres, Lima, Lima.

**2. INSTRUMENTO : RETÍCULA DE MICROSCOPIO**

Tipo : ANALÓGICO

Marca : INSIZE

Serie : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Identificación : ML0052 (\*)

Alcance de Indicación : De 0 cm a 5 cm

Div. Escala : 0,1 cm

Procedencia : NO INDICA

**3. LUGAR DE Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Calibrado el 2024-02-05 en el laboratorio de calibración de longitud de DSI Perú Automation E.I.R.L.

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Calibrado por el método de comparación directa base al procedimiento DI-012 Para la calibración de Reglas Rígidas de Trazos del CEM - España.

**5. TRAZABILIDAD**

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los patrones del INACAL-DM.

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
REGLA PATRÓN	LLA-161-2022

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponde únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Fecha: Ene/18

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Versión 03

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 1 de 2

**Daniel Camino Almestar**  
Jefe de Metrología  
DSI PERU AUTOMATION EIRL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº ML-0052-2024**

**6. RESULTADOS**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,0	20,1
Humedad Relativa (%H.R.)	46,0	46,0

**MEDICIÓN**

Nº	INDICACION DEL PATRÓN ( cm )	INDICACION DEL INSTRUMENTO ( cm )	ERROR ( cm )	INCERTIDUMBRE ( cm )	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE ( mm )
1	0,0	0,0	0,0	0,01	0,60
2	1,0	1,0	0,0	0,01	0,60
3	2,0	2,1	0,1	0,07	0,60
4	3,0	3,0	0,0	0,01	0,60
5	4,0	4,1	0,1	0,07	0,60
6	5,0	5,1	0,1	0,01	0,60

**7. OBSERVACIONES**

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en el instrumento.

Los errores máximos permitidos se tomaron de acuerdo a la norma OIML R35-1 2007.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k = 2$  para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

(\*) Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.

Fin del Documento



Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Fecha: Ene/18

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Versión 03

Email: [Info@dsiperuautomation.com](mailto:Info@dsiperuautomation.com) / [www.dsiperuautomation.com](http://www.dsiperuautomation.com)

Página 2 de 2

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 10978 - 2023

PROFORMA : 21085A Fecha de emisión: 2023-06-10

SOLICITANTE : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
Dirección : Jr Andahuaylas 477 San Martín De Porres - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY**  
Tipo : Analógico  
Marca : INSIZE  
Modelo : 1205-200S  
N° de Serie : 0604170710  
Intervalo de Indicación : 0 mm a 200 mm  
División de Escala : 0,02 mm  
Procedencia : No Indica  
Identificación : TLP-02-PL  
Fecha de Calibración : 2023 - 06 - 10

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	50,3 %	54,0 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Certificado : TC - 10978 - 2023

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-081-2022
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-304-2022
Comparador Horizontal Incertidumbre de 0,2 µm + 0,78 µm/m DM-INACAL	Varilla Cilíndrica 10 mm	LLA-038-2023
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-299-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Error de referencia inicial (I) = 0 µm

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor Patrón ( mm )	Promedio de la indicación del Pie de Rey ( mm )	Error ( µm )
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0

Error de contacto superficie parcial (E)

Valor Patrón ( mm )	Error ( µm )
200,000	0

Certificado : TC - 10978 - 2023

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**Error de repetibilidad (R)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
200,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a interiores ( $S_{E-I}$ )**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ( $S_{E-P}$ )**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

**Error de contacto lineal (L)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

**Error de contacto de superficie completa (J)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

**Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
5,000	0

**Incertidumbre de Medición :**  $( 11,55^2 + 0,01^2 \times L^2 )^{1/2} \mu\text{m}$   
L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

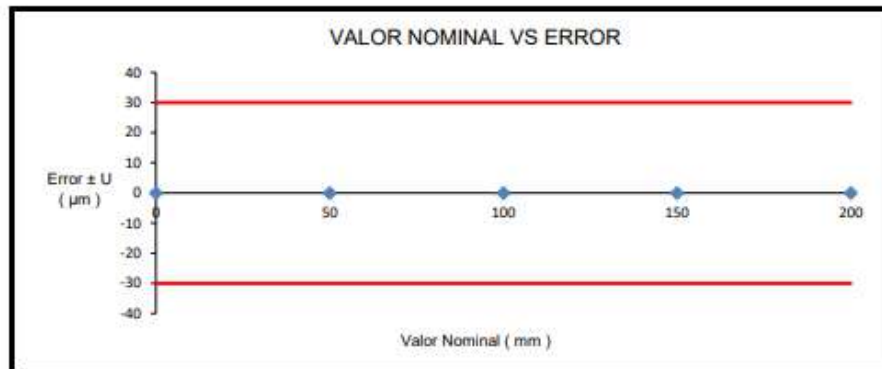
Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores ( $S_{E-I}$ ).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ( $S_{E-P}$ ).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de  $\pm 30 \mu\text{m}$ , según norma DIN 862.

Certificado : TC - 10978 - 2023

#### RESULTADOS DE MEDICIÓN



#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0005-2024**

Fecha de Emisión: : 2024-02-06

Orden de Trabajo: 0078-00  
Expediente: 1556

**1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

Razón Social : TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.  
Dirección: : Jr. Andahuaylas Nro. 477, Urb. Peru, San Martín de Porres,  
Lima, Lima

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

**2. INSTRUMENTO : TERMÓMETRO DIGITAL MULTICANAL**

Marca : JINKO  
Modelo : JK4000  
Serie : 21A070501  
Identificación : TLP-01-DL  
Procedencia : NO INDICA  
Sensor : K  
Alcance : -200 °C a 1800 °C  
Resolución : 0,1 °C

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó el día 2024-02-05 en el laboratorio de temperatura de DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Calibrado por el método de comparación según el PC-017 "Procedimiento de Calibración para Termómetros Digitales". Segunda Edición, Diciembre 2012, Indecopi.

DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, incluido el ítem 1. y lo identificado con (\*)

**5. TRAZABILIDAD**

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los patrones del INACAL-DM:

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Termómetro Digital	LT-142-2022 <a href="#">Link</a>
Termómetro Digital	LT-217-2023 <a href="#">Link</a>

**Daniel Camino Almaraz**  
Jefe de Metrología  
DSI PERU AUTOMATION EIRL



Fecha: Jul/23  
Versión 01

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
Email: [info@dsiperuautomation.com](mailto:info@dsiperuautomation.com) / [www.dsiperuautomation.com](http://www.dsiperuautomation.com)

1 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0005-2024**

**6. CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura : Inicial: 20,8 °C Final: 21 °C  
 Humedad Relativa : Inicial: 45,3 % H.R. Final: 45,3 %H.R.

**7. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Identificación: 1

TCV (°C)	Temperatura del Equipo (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
49,98	48,6	1,38	0,14
110,93	109,0	1,93	0,15
199,89	199,8	0,09	0,15

Identificación: 2

TCV (°C)	Temperatura del Equipo (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
49,99	48,7	1,29	0,17
110,93	109,2	1,73	0,18
199,89	199,7	0,19	0,18

Identificación: 3

TCV (°C)	Temperatura del Equipo (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
49,99	48,7	1,29	0,09
110,93	108,9	2,03	0,10
199,89	199,1	0,79	0,12

Identificación: 4

TCV (°C)	Temperatura del Equipo (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
49,99	48,7	1,29	0,09
110,93	109,1	1,83	0,10
199,89	199,9	-0,01	0,12

TCV: Temperatura Convencionalmente Verdadera

$$TCV = \text{Temperatura del Equipo} + \text{Corrección}$$

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k = 2$  para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

**8. OBSERVACIONES**

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en el equipo.  
 No se realizó ningún tipo de ajuste.  
 La profundidad de mínima de inmersión del sensor fue de : 12 cm.

Fin de Documento



Fecha: Jul/23  
 Versión 01

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima  
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
 Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

2 de 2

# Certificado de Calibración

## Calibration Certificate

**N° PR23-C-0393**

<b>Cliente:</b> <small>Customer</small>	<b>TERRASERVICE LABORATORIO PERU S.R.L.</b>	Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la cadena de trazabilidad de las mediciones que realiza, así mismo realiza certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados y brinda asistencia técnica en temas relacionados al campo de la metrología en la industria peruana. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados. This Calibration Certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. supports and calibrates its standards of reference to guarantee the chain of traceability of the measurements realized, as well as the metrological certifications realize at the request of the interested parties and offers technical assistance in topics related to the metrology field in the Peruvian industry. In order to ensure the quality of measurements the user should recalibrate his instruments at appropriate intervals.
<b>Dirección:</b> <small>Address</small>	Jr. Andahuylas N° 477 Urb. Perú (Lima / Lima / San Martín de Porres)	
<b>Instrumento de Medición:</b> <small>Measuring instrument</small>	<b>MANÓMETRO</b>	
<b>Marca:</b> <small>Brand</small>	ADDITEL	
<b>Modelo:</b> <small>Model</small>	No indica	
<b>Serie:</b> <small>Serial Number</small>	No indica	
<b>Identificación:</b> <small>Identification</small>	TLP-02-PP (*)	
<b>Lugar de Calibración:</b> <small>Place of Calibration</small>	Laboratorio de Dimensión y Presión - KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.	
<b>Orden de Trabajo:</b> <small>Work Order</small>	OT-02301581	
<b>Fecha de Calibración:</b> <small>Date of Calibration</small>	2023-06-30	
<b>Fecha de Emisión:</b> <small>Date of Issue</small>	2023-06-30	

**DATOS DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN**
Measurement instrument data

<b>Intervalo de Indicación Manométrica:</b> <small>Manometric indication interval</small>	0 psi a 232 psi		
<b>Resolución del Manómetro:</b> <small>Pressure gauge resolution</small>	0,1 psi		
<b>Clase de Exactitud:</b> <small>Accuracy class</small>	0,2 %FS	<b>(**)</b>	<b>Tipo de indicación:</b> <small>Type of indication</small>
<b>Dámetro de Caja:</b> <small>Diameter of Case</small>	80 mm	<b>Dámetro de Rosca:</b> <small>Thread Diameter</small>	1/4" NPT
		<b>Posición de Trabajo:</b> <small>Working Position</small>	Vertical

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
Calibration Method

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el "Procedimiento ME-003 para la calibración de manómetros, vacuómetros y manóvacuómetros" Edición digital 3 - 2019 del CEM - Centro Español de Metrología.

The calibration was carried out by direct comparison following the "ME-003 Procedure for the calibration of pressure gauges, vacuum gauges and pressure gauges" Digital Edition 3 - 2019 of the CEM - Spanish Center of Metrology.



Jefe de Laboratorio

Laboratory Boss


Olga Toro Sayas

Supervisor de Laboratorio

Laboratory Supervisor


Giovanry M. De La Cruz Cuya

**PATRONES UTILIZADOS**
*Standards Used*

Nombre del patrón <i>Standard name</i>	Código y/o serie del Patrón <i>Pattern code and/or series</i>	N° de Certificado <i>certificate number</i>	Trazabilidad <i>Traceability</i>
Manómetro de indicación digital de 0 bar a 20,7 bar con una clase de exactitud de 0,05 %FS.	PT-PRES-10 / 211H199E0011	LFP-039-2022	DM-INACAL

**CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN**
*Environment Conditions during Calibration*

Temperatura Inicial: <i>Initial Temperature</i>	20,6 °C	Temperatura Final: <i>Final Temperature</i>	20,1 °C
Humedad Relativa Inicial: <i>Initial Relative Humidity</i>	69,0 %	Humedad Relativa Final: <i>Final Relative Humidity</i>	64,0 %
Presión Atmosférica Inicial: <i>Initial Atmospheric Pressure</i>	997,0 mbar	Presión Atmosférica Final: <i>Final Atmospheric Pressure</i>	996,1 mbar

**RESULTADOS ANTES DEL AJUSTE**
*Results before adjust*

No se realizó el ajuste.

*No adjustment was made*
**RESULTADOS DE CALIBRACIÓN**
*Calibration results*
**PRESIÓN MANOMÉTRICA Ó POSITIVA**

Presión de referencia <i>psi</i>	Indicación del instrumento <i>psi</i>	Error de la indicación <i>psi</i>	Incertidumbre <i>psi</i>	Error Máximo Permitido (EMP) <i>psi</i>
0,0	0,0	0,0	0,1	0,5
6,0	6,0	0,0	0,1	0,5
12,0	12,0	0,0	0,1	0,5
18,0	18,0	0,0	0,1	0,5
23,9	24,0	0,1	0,1	0,5
30,0	30,0	0,0	0,1	0,5
35,9	36,0	0,1	0,1	0,5
41,9	42,0	0,1	0,1	0,5
47,9	48,0	0,1	0,1	0,5
54,0	54,0	0,0	0,1	0,5
60,0	60,0	0,0	0,1	0,5

**PRESIÓN MANOMÉTRICA Ó POSITIVA - RESULTADOS EN UNIDADES SI**

Presión de referencia	Indicación del instrumento	Error de la indicación	Incertidumbre	Error Máximo Permitido (EMP)
bar	bar	bar	bar	bar
0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
0,41	0,41	0,00	0,01	0,03
0,83	0,83	0,00	0,01	0,03
1,24	1,24	0,00	0,01	0,03
1,65	1,65	0,00	0,01	0,03
2,07	2,07	0,00	0,01	0,03
2,48	2,48	0,00	0,01	0,03
2,89	2,90	0,01	0,01	0,03
3,30	3,31	0,01	0,01	0,03
3,72	3,72	0,00	0,01	0,03
4,14	4,14	0,00	0,01	0,03

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**
*Uncertainty of Measurement*

La incertidumbre de medición calculada ( $U$ ), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95%.

*The calculated measurement uncertainty ( $U$ ) has been determined from the combined standard uncertainty of measurement, multiplied by the coverage factor  $k=2$ . This value has been calculated for a confidence level of approximately 95%.*

**OBSERVACIONES**
*Comments:*

(\*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

*(\*) Indicated on a label attached to the instrument.*

(\*\*) La clase de exactitud se encuentra en las especificaciones de fabricante del instrumento.

*(\*\*) The accuracy class is found in the instrument manufacturer's specifications.*

El fluido de transmisión de presión utilizado en la calibración fue aire.

*The pressure transmission fluid used in the calibration was air.*

A solicitud del cliente, la calibración se realizó en un rango de 0 psi a 60 psi.

*At the request of the client, the calibration was carried out in a range of 0 psi to 60 psi.*

**NOTAS**
*Notes:*

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

*The values indicated in this document are only valid for the conditions of the instrument during calibration. KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. takes no responsibility for any damages caused by bad use of the calibrated object.*

Los resultados declarados en el presente documento se relacionan solamente con el ítem sometido a calibración indicado en la página 1 de este documento.

*The results declared in this document relate only to the item undergoing calibration indicated on page 1 of this document.*

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

*A copy of this document will be kept in electronic device in the laboratory for 4 years at least.*

La versión en inglés de este documento es una traducción relativa. En caso de duda, es válida la versión original en español.

*The version in english of this document is not a binding translation. If any controversy arises, the original version in spanish must be considered.*

El cliente es responsable de toda la información proporcionada durante el servicio y que puedan afectar a la validez de los resultados.

*The client is responsible for all information provided during the service that may affect the validity of results.*

Anexo 6: Matriz de consistencia

**Tabla 2**

*Matriz de consistencia*

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Influencia de cenizas de algarrobo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024	<b>Problema General</b> ¿Cómo influirá la adición de cenizas de algarrobo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024?	<b>Hipótesis General</b> La adición de cenizas de algarrobo influirá positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024.	<b>Objetivo General</b> Determinar la influencia de la adición de cenizas de algarrobo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto para pavimentos peatonales, Piura 2024.		Propiedades de los agregados	<b>Tipo</b> Enfoque cuantitativo, tipo básico, nivel descriptivo.
	<b>Problemas Específicos</b> • ¿Cuáles serán las propiedades físicas del cemento, arena, gravilla y agua para la elaboración de adoquines de $f'c = 290$ kg/cm <sup>2</sup> , Piura 2024? • ¿Cuáles serán las proporciones óptimas de cemento, arena, gravilla y agua para elaborar un adoquín patrón de $f'c = 290$ kg/cm <sup>2</sup> , Piura 2024?	<b>Hipótesis Específicas</b> • Las propiedades físicas del cemento, arena, gravilla y agua, cumplirán los parámetros de la norma NTP 399.611. • La dosificación óptima es de 0.40 kg de cemento, 1.52 kg de arena, 0.73 kg de gravilla y 0.14 L de agua, para un adoquín $f'c=290$ kg/cm <sup>2</sup> .	<b>Objetivos Específicos</b> • Determinar las propiedades físicas del cemento, arena, gravilla y agua para la elaboración de adoquines $f'c = 290$ kg/cm <sup>2</sup> . • Calcular el diseño de mezcla para elaborar un adoquín patrón de $f'c = 290$ kg/cm <sup>2</sup> , Piura 2024.	<b>Variable Dependiente</b> Propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto	Trabajabilidad del concreto Resistencia a compresión Absorción Abrasión	<b>Diseño</b> Investigación experimental, de corte transversal. <b>Población</b> La población está conformada por 108 adoquines de concreto. <b>Muestra</b> La muestra la conforman 36 adoquines ensayados a resistencia a compresión, 36 adoquines ensayados a resistencia a abrasión y 36 adoquines ensayados

- ¿Cuál será la resistencia a compresión, absorción y abrasión del adoquín  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$  con cenizas de algarrobo al 1%, 2% y 4%, Piura 2024?
- ¿Cómo influirá la adición de cenizas de algarrobo en el costo de elaboración de adoquines peatonales, Piura 2024?
- La resistencia a compresión, absorción y abrasión del adoquín con adición de cenizas de algarrobo, cumple los parámetros de la norma NTP 399.611.
- Las cenizas de algarrobo disminuyen el costo de elaboración del concreto, al reemplazar en 1%, 2% y 4% el cemento.
- Determinar la resistencia a compresión, absorción y abrasión del adoquín  $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$  con cenizas de algarrobo al 1%, 2% y 4%.
- Determinar la influencia de adición de cenizas de algarrobo en el costo de elaboración de adoquines peatonales, Piura 2024.

**Variable Independiente**

Cenizas de algarrobo

Cantidad

Densidad

Propiedades físicas

a resistencia a abrasión. El muestreo se realizó de modo no probabilístico, por conveniencia del investigador.

**Método de análisis de investigación**

La comparación de resultados evalúa los datos de ensayos físicos y mecánicos de adoquines frente a normativas como ASTM, definiendo criterios de referencia, organizando los datos en tablas y gráficos, y contrastando los resultados con los estándares para identificar desviaciones. Esto permite evaluar la calidad del producto, documentar hallazgos y proponer ajustes en el proceso de fabricación cuando sea necesario.

*Nota:* La matriz de operacionalización de variables, relaciona los objetivos, hipótesis, variables, y métodos de una investigación para asegurar coherencia y alineación en el estudio.

Anexo 7: Panel fotográfico

**Figura 29**

*Agregado fino en laboratorio*



*Nota:* Se utilizó 5 kg. de agregado fino para los ensayos de granulometría, peso específico, absorción, P.U.S. y P.U.C. Fuente: Elaboración propia

**Figura 30**

*Agregado grueso en laboratorio*



*Nota:* Se utilizó 3.500 kg. de agregado grueso para los ensayos de granulometría, peso específico, absorción, P.U.S. y P.U.C. Fuente: Elaboración propia

### Figura 31

#### *Granulometría del agregado fino en laboratorio*



*Nota:* Se realizó el análisis granulométrico del agregado fino en el laboratorio de suelos y pavimentos CJK obras civiles. Fuente: Elaboración propia

### Figura 32

#### *Granulometría del agregado grueso en laboratorio*



*Nota:* Se realizó el análisis granulométrico del agregado grueso en el laboratorio de suelos y pavimentos CJK obras civiles. Fuente: Elaboración propia

### Figura 33

*Contenido de humedad del agregado fino en laboratorio*



*Nota:* Se realizó el ensayo de contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio de suelos y pavimentos CJK obras civiles. Fuente: Elaboración propia

### Figura 34

*Contenido de humedad del agregado grueso en laboratorio*



*Nota:* Se realizó el ensayo de contenido de humedad del agregado grueso en el laboratorio de suelos y pavimentos CJK obras civiles. Fuente: Elaboración propia

### Figura 35

*Peso específico y absorción del agregado fino en laboratorio*



*Nota:* Se realizó el ensayo de peso específico y absorción del agregado fino en el laboratorio de suelos y pavimentos CJK obras civiles. Fuente: Elaboración propia

### Figura 36

*Peso específico y absorción del agregado grueso en laboratorio*



*Nota:* Se realizó el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso en el laboratorio de suelos y pavimentos CJK obras civiles. Fuente: Elaboración propia

### Figura 37

*Mezcla en el trompo para elaborar adoquines*



*Nota:* Se mezcló en el trompo del laboratorio de suelos y pavimentos CJK obras civiles.

Fuente: Elaboración propia

### Figura 38

*Elaboración de adoquines con 0%, 1%, 2% y 4% de CA*



*Nota:* Se elaboraron 108 adoquines en el laboratorio de suelos y pavimentos CJK obras civiles.

Fuente: Elaboración propia



### Figura 41

*Rotura de adoquines patrón con 0% de CA*



*Nota:* Se rompieron 36 adoquines con 0% de CA. Fuente: Elaboración propia

### Figura 42

*Rotura de adoquines 1 – 12 patrón con 0% de CA*



*Nota:* Se rompieron 12 adoquines con 0% de CA. Fuente: Elaboración propia

### Figura 43

Rotura de 12 adoquines 13 – 24 patrón con 0% de CA



Nota: Se rompieron 12 adoquines con 0% de CA. Fuente: Elaboración propia

### Figura 44

Rotura de 12 adoquines 25 – 36 patrón con 0% de CA



Nota: Se rompieron 12 adoquines con 0% de CA. Fuente: Elaboración propia

**Figura 45**

*Resultado de la rotura de adoquines patrón con 0% de CA*



*Nota: Se rompieron 36 adoquines con 0% de CA. Fuente: Elaboración propia*

**Figura 46**

*Rotura de adoquines patrón con 1% de CA*



*Nota: Se rompieron 36 adoquines con 1% de CA. Fuente: Elaboración propia*

### Figura 47

*Rotura de adoquines 1 – 12 con 1% de CA*



*Nota: Se rompieron 12 adoquines con 1% de CA. Fuente: Elaboración propia*

### Figura 48

*Rotura de adoquines 13 - 24 con 1% de CA*



*Nota: Se rompieron 12 adoquines con 1% de CA. Fuente: Elaboración propia*

### Figura 49

*Rotura de adoquines 25 - 36 con 1% de CA*



*Nota: Se rompieron 12 adoquines con 1% de CA. Fuente: Elaboración propia*

### Figura 50

*Resultado de la rotura de adoquines con 1% de CA*



*Nota: Se rompieron 36 adoquines con 1% de CA. Fuente: Elaboración propia*

### Figura 51

Rotura de adoquines con 2% de CA



Nota: Se rompieron 36 adoquines con 2% de CA. Fuente: Elaboración propia

### Figura 52

Rotura de adoquines 1 – 12 con 2% de CA



Nota: Se rompieron 12 adoquines con 2% de CA. Fuente: Elaboración propia

### Figura 53

*Rotura de adoquines 13 - 24 con 2% de CA*



*Nota: Se rompieron 12 adoquines con 2% de CA. Fuente: Elaboración propia*

### Figura 54

*Rotura de adoquines 25 - 36 con 2% de CA*



*Nota: Se rompieron 12 adoquines con 2% de CA. Fuente: Elaboración propia*

**Figura 55**

*Resultado de la rotura de adoquines con 2% de CA*



*Nota:* Se rompieron 36 adoquines con 2% de CA. Fuente: Elaboración propia

**Figura 56**

*Rotura de adoquines con 4% de CA*



*Nota:* Se rompieron 36 adoquines con 4% de CA. Fuente: Elaboración propia

**Figura 57**

*Rotura de adoquines 1 - 12 con 4% de CA*



*Nota: Se rompieron 12 adoquines con 4% de CA. Fuente: Elaboración propia*

**Figura 58**

*Rotura de adoquines 13 - 24 con 4% de CA*



*Nota: Se rompieron 12 adoquines con 4% de CA. Fuente: Elaboración propia*

### Figura 59

Rotura de adoquines 25 – 36 con 4% de CA



Nota: Se rompieron 12 adoquines con 4% de CA. Fuente: Elaboración propia

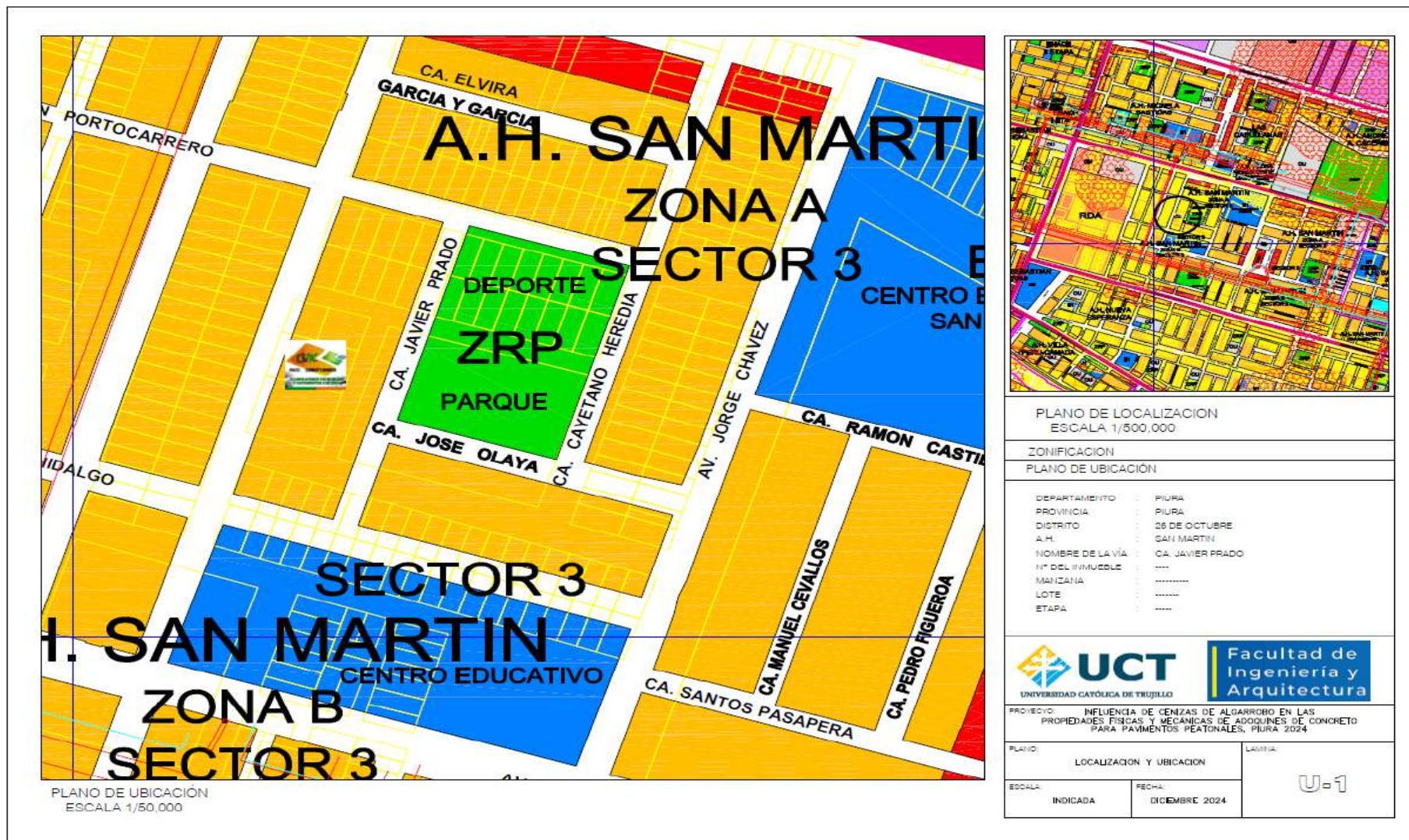
### Figura 60

Resultado de la rotura de adoquines con 4% de CA



Nota: Se rompieron 36 adoquines con 4% de CA. Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Planos de ubicación laboratorio y extracción de materiales



PLANO DE LOCALIZACION  
ESCALA 1/500,000

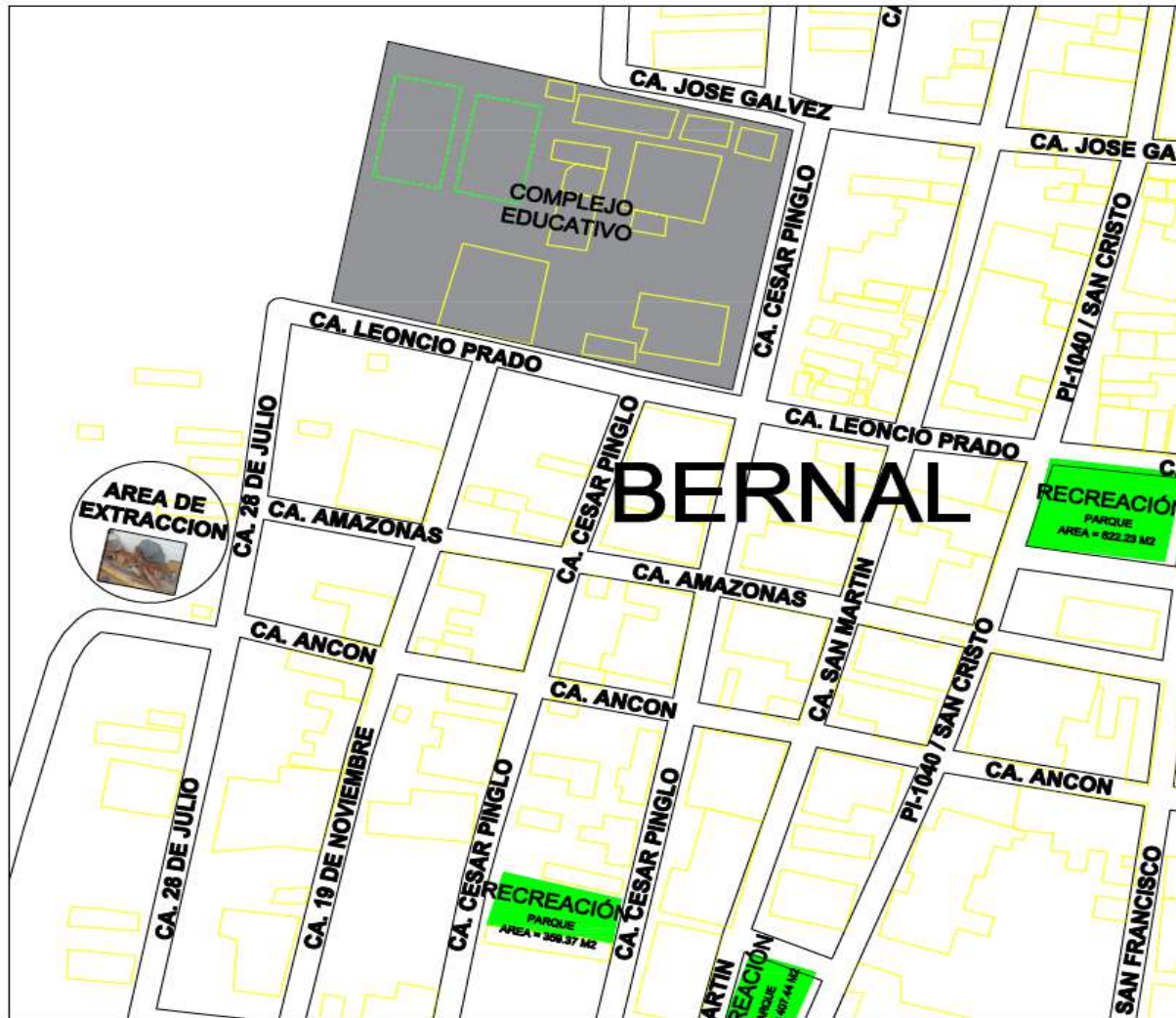
ZONIFICACION  
PLANO DE UBICACION

DEPARTAMENTO	PIURA
PROVINCIA	PIURA
DISTRITO	26 DE OCTUBRE
A.H.	SAN MARTIN
NOMBRE DE LA VÍA	CA. JAVIER PRADO
N° DEL INMUEBLE	-----
MANZANA	-----
LOTE	-----
ETAPA	-----



PROYECTO: INFLUENCIA DE CENZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

PLANO: LOCALIZACION Y UBICACION	LAMINA: <b>U-1</b>
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2024



PLANO DE UBICACIÓN  
ESCALA 1/50,000



PLANO DE LOCALIZACION  
ESCALA 1/250,000

ZONIFICACION

PLANO DE UBICACION

DEPARTAMENTO : PIURA  
 PROVINCIA : SECHURA  
 DISTRITO : BERNAL  
 A.H. : BERNAL  
 NOMBRE DE LA VÍA : CA. AMAZONAS

COORDENADAS WGS 84  
 LATITUD : -5.462953  
 LONGITUD : -80.745102



Facultad de  
Ingeniería y  
Arquitectura

PROYECTO: INFLUENCIA DE CENIZAS DE ALGARROBO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO PARA PAVIMENTOS PEATONALES, PIURA 2024

PLANO:  
LOCALIZACION Y UBICACION DEL ÁREA DE EXTRACCION DE ALGARROBO

LÁMINA:

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
DICIEMBRE 2024

U-2

## Anexo 9: Reporte de Turnitin

### INFORME DE TESIS - SAAVEDRA GARCIA LUIS

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	scielo.senescyt.gob.ec Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	1%

Excluir citas    Activo    Excluir coincidencias    < 1%

Excluir bibliografía    Activo