



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de pavimento rígido, adicionando bagazo de caña, para mejorar la transitabilidad, avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Callata Lopez, Maria Beatriz (orcid.org/0000-0002-9427-7945)

Gomez Santillan, Dante (orcid.org/0000-0001-6061-9858)

ASESOR:

Msc. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (orcid.org/0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi querido padre, pilar de mis logros tanto personales como profesionales, y en memoria de mi amada madre, quien me apoyó incondicionalmente hasta su reciente partida. Esta tesis es una muestra de mi gratitud hacia ellos por la paciencia y el amor fraternal que me brindaron durante todo este tiempo. A mi madre, que su recuerdo sea una guía perpetua en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a dios por brindarme sabiduría y salud para culminar satisfactoriamente mi tesis de titulación. También agradezco a mi familia y amigos, cuyo aliento fue esencial para seguir adelante, especialmente en memoria de mi madre, cuyo amor y apoyo siguen inspirándome incluso después de su partida. Un especial agradecimiento a mi asesor de tesis, quien gentilmente me orientó y apoyó en el desarrollo de este trabajo de investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PACCHA RUFASTO CESAR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de Pavimento Rígido, Adicionando Bagazo de Caña, para Mejorar la Transitabilidad, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.", cuyos autores son CALLATA LOPEZ MARIA BEATRIZ, GOMEZ SANTILLAN DANTE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 04 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PACCHA RUFASTO CESAR AUGUSTO DNI: 42569813 ORCID: 0000-0003-2085-3046	Firmado electrónicamente por: CPACCHAR el 19-07- 2023 16:22:19

Código documento Trilce: TRI - 0570503



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CALLATA LOPEZ MARIA BEATRIZ, GOMEZ SANTILLAN DANTE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de Pavimento Rígido, Adicionando Bagazo de Caña, para Mejorar la Transitabilidad, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
DANTE GOMEZ SANTILLAN DNI: 44346818 ORCID: 0000-0001-6061-9858	Firmado electrónicamente por: DAGOMEZS el
MARIA BEATRIZ CALLATA LOPEZ DNI: 40692951 ORCID: 0000-0002-9427-7945	Firmado electrónicamente por: MCALLATAL el

Código documento Trilce: TRI - 0570501



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	21
3.2. Variables y Operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra y muestreo	22
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	26
3.6 Método de análisis de datos	40
3.7. Aspectos Éticos	41
IV. RESULTADOS.....	41
V.DISCUSIÓN.....	87
VI. CONCLUSIONES	91
VII. RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Resumen de clasificación de suelos</i>	35
Tabla 2: <i>Resumen de resultados de Proctor Modificado.</i>	37
Tabla 3: <i>Resumen CBR C-1 y C-4</i>	38
Tabla 4: <i>Característica del lugar de Estudio</i>	40
Tabla 5: <i>Tamizado Calicata C-1 para análisis granulométrico</i>	42
Tabla 6: <i>Clasificación por material en función al % que pasa de la Calicata C-1</i>	43
Tabla 7: <i>Límites de consistencia de la Calicata C-1</i>	43
Tabla 8: <i>Contenido de Humedad de la Calicata C-1</i>	44
Tabla 9: <i>Clasificación SUCS y AASHTO de la Calicata C-1</i>	44
Tabla 10: <i>Tamizado Calicata C-2 para análisis granulométrico</i>	44
Tabla 11: <i>Clasificación por material en función al % que pasa de la Calicata C-2</i>	45
Tabla 12: <i>Límites de consistencia de la Calicata C-2</i>	46
Tabla 13: <i>Contenido de Humedad de la Calicata C-2</i>	46
Tabla 14: <i>Clasificación SUCS y AASHTO de la Calicata C-2</i>	47
Tabla 15: <i>Tamizado Calicata C-3 para análisis granulométrico</i>	47
Tabla 16: <i>Clasificación por material en función al % que pasa de la Calicata C-3</i>	48
Tabla 17: <i>Límites de consistencia de la Calicata C-3</i>	49
Tabla 18: <i>Contenido de Humedad de la Calicata C-3</i>	49
Tabla 19: <i>Clasificación SUCS y AASHTO de la Calicata C-3</i>	49
Tabla 20: <i>Tamizado Calicata C-4 para análisis granulométrico</i>	50
Tabla 21: <i>Clasificación por material en función al % que pasa de la Calicata C-4</i>	51
Tabla 22: <i>Límites de consistencia de la Calicata C-4</i>	51
Tabla 23: <i>Contenido de Humedad de la Calicata C-4</i>	51
Tabla 24: <i>Clasificación SUCS y AASHTO de la Calicata C-4</i>	52
Tabla 25: <i>Resultados Proctor Modificado y CBR</i>	52
Tabla 26: <i>Resultados de Ensayo de Sales, Sulfatos y Cloruros</i>	54
Tabla 27: <i>Especificaciones del concreto expuesto a la solución de sulfato</i>	55
Tabla 28: <i>Agregado Fino-Propiedades físicas</i>	56

Tabla 29: <i>Agregado Grueso-Propiedades físicas.</i>	57
Tabla 30: <i>Materiales utilizados para el diseño de la mezcla.</i>	59
Tabla 31: <i>Características de Diseño de Mezcla (Muestra Patrón 0.0%).</i>	59
Tabla 32: <i>Dosificación del concreto (muestra patrón).</i>	60
Tabla 33: <i>Cantidad de Material según Volumen de probeta y molde de vida (Muestra patrón).</i>	61
Tabla 34: <i>Características para diseño de concreto con adición de 3.3% de fibra de bagazo de caña de azúcar.</i>	61
Tabla 35: <i>Dosificación de diseño de mezcla con adición al 3.3 % de fibra de bagazo de caña de azúcar por m³.</i>	62
Tabla 36: <i>Material real del diseño de hormigón con adición de 3,3 % de fibra de bagazo de caña de azúcar.</i>	63
Tabla 37: <i>Características de diseño del concreto que incluye 5,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar.</i>	64
Tabla 38: <i>Dosificación del diseño de concreto con 5,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar adicionado.</i>	64
Tabla 39: <i>Material real del diseño de hormigón con adición de 5,3 % de fibra de bagazo de caña de azúcar.</i>	65
Tabla 40: <i>Característica correspondiente al diseño de hormigón con adición al 6.3 % de aditivo de bagazo.</i>	66
Tabla 41: <i>Dosificación del diseño del hormigón con adición al 6.3 % de aditivo de bagazo.</i>	67
Tabla 42: <i>Material real del diseño de hormigón aplicando el 6,3 % del aditivo.</i>	67
Tabla 43: <i>Datos extraídos del ensayo a compresión cumplido los 7 días.</i>	68
Tabla 44: <i>Datos extraídos del ensayo a compresión cumplido los 14 días.</i>	71
Tabla 45: <i>Datos extraídos del ensayo a compresión cumplido los 28 días.</i>	74
Tabla 46: <i>Resumen de resultados de los ensayos a compresión a los 7, 14 y 28 días.</i>	76
Tabla 47: <i>Datos de las pruebas de resistencia a la flexión realizados a los 28 días.</i>	77
Tabla 48: <i>Cantidad de Vehículos – Conteo Vehicular</i>	83
Tabla 49: <i>Evaluación de costos de pavimento rígido sin bagazo de caña (izquierda)</i>	85
Tabla 50: <i>Evaluación de costos de pavimento rígido con bagazo de caña</i>	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de proyecto en estudio	15
Figura 2: Coordenadas y Curvas de Nivel.....	22
Figura 3: Resultados estadísticos de CBR	26
Figura 4: Curva Granulométrica - Agregado Fino para diseño de mezcla.....	27
Figura 5: Curva Granulométrica - Agregado Grueso para diseño de mezcla.	28
Figura 6. Diseños de Mezcla.....	29
Figura 7. Resistencia a la compresión en 7 días.....	37
Figura 8: Rotura de probetas a los 7 días	37
Figura 9: Rotura de probetas a los 7 días	38
Figura 10. Resistencia a compresión en 14 días.....	40
Figura 11. Rotura de probetas a los 14 días	40
Figura 12. Resistencia a compresión en 28 días.....	42
Figura 13: Rotura de probetas y flexión de vigas a los 28 días	42
Figura 14. Resumen de resistencias a la compresión en (kg/cm ²) a los 7, 14 y 28 días	43
Figura 15. Grafica de Resumen de resistencias a flexión a los 28 días	44
Figura 16: Peaje más cercano.....	46

RESUMEN

El estudio se centró en analizar el efecto del bagazo de caña en el diseño de pavimentos rígidos, con la finalidad de mejorar la transitabilidad en la Avenida Héroes del Cenepa, en Jicamarca Anexo 22, durante el año 2023. Se utilizó una metodología de investigación aplicada y cuantitativa, adoptando un diseño experimental. La variable independiente fue el bagazo de caña de azúcar, mientras que la variable dependiente fue el diseño del pavimento rígido.

El estudio se llevó a cabo en la Avenida Héroes del Cenepa, que tiene una extensión de 2.19 km. Se aplicó un muestreo no probabilístico, y las técnicas de recolección de datos incluyeron observaciones de laboratorio y análisis de documentos, como estudios de tráfico y mecánica de suelos.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión realizadas a los 7, 14 y 28 días mostraron que, aunque la muestra estándar presentó la mayor resistencia, la muestra con una adición del 3.3% de bagazo de caña alcanzó una resistencia similar a la de la muestra estándar. Esto sugiere que la incorporación de bagazo de caña puede mejorar notablemente las propiedades del concreto, especialmente en el diseño de mezclas.

Palabras Clave: Pavimento Rígido, bagazo de caña, diseño de mezcla.

ABSTRACT

The study focused on analyzing the effect of sugarcane bagasse on the design of rigid pavements, with the aim of improving trafficability on Avenida Héroes del Cenepa, in Jicamarca Anexo 22, during the year 2023. An applied and quantitative research methodology was used, adopting an experimental design. The independent variable was sugarcane bagasse, while the dependent variable was the design of the rigid pavement.

The study was conducted on Avenida Héroes del Cenepa, which has an extension of 2.19 km. A non-probabilistic sampling was applied, and data collection techniques included laboratory observations and document analysis, such as traffic and soil mechanics studies.

The results of the compression strength tests conducted at 7, 14, and 28 days showed that, although the standard sample presented the highest strength, the sample with a 3.3% addition of sugarcane bagasse achieved a strength similar to that of the standard sample. This suggests that the incorporation of sugarcane bagasse can significantly improve the properties of concrete, especially in mix design.

Keywords: Rigid Pavement, Sugarcane Bagasse, Mix Design.

I. INTRODUCCIÓN

Es crucial iniciar por examinar los conceptos generales para identificar la problemática en cualquier estudio. En este marco, se reconoce que las carreteras son vitales para el desarrollo de un país, ya que facilitan el transporte de mercancías, pertenencias y personas. Por lo tanto, es esencial analizar los factores que influyen en su desarrollo eficiente.

Dentro de los diversos tipos de pavimentos, el pavimento rígido se utiliza principalmente en carreteras con alta carga vehicular debido a sus características distintivas. Se investiga constantemente cómo mejorar este tipo de pavimento para que beneficie a la sociedad, destacando especialmente la importancia de conservar el medio ambiente, que se encuentra en creciente deterioro.

Diversos autores señalan que las carreteras actúan como vías de comunicación entre los grupos humanos y la sociedad en general. Por este motivo, estas infraestructuras deben ser diseñadas y construidas adecuadamente, con la capacidad de soportar el incremento significativo del tráfico vehicular en nuestro país. Este aumento ha ocasionado que el tráfico sea muy denso durante ciertas horas del día. Por estas razones, se llevan a cabo investigaciones que buscan beneficiar a la sociedad, proporcionando conocimientos para mejorar estas vías y ofreciendo recomendaciones a las autoridades responsables para mantenerlas en buen estado.

Miguel Sidia, consultor en transporte, reportó en la revista NITRO.PE (2020) que la mayoría de los distritos en Lima presentan carreteras en estado deplorable, algunas incluso completamente deterioradas. Esta situación representa una de las problemáticas más significativas del país, impactando directamente al sector vehicular.

En la actualidad, los habitantes de Jicamarca Anexo 22, que pertenece al distrito de San Antonio en la provincia de Huarochirí, enfrentan una disputa por límites territoriales con el distrito de San Juan de Lurigancho. Este conflicto ha ocasionado que las autoridades competentes descuiden considerablemente la infraestructura vial de la zona.

La Avenida Héroes de Cenepa, que actualmente sirve como una vía no pavimentada, está plagada de baches, huecos y grava a lo largo de sus 2.19 km. Debido a esta situación, los conductores se ven obligados a reducir la velocidad para preservar sus vehículos, exacerbando los problemas de tránsito. Este descuido se atribuye en gran parte a la falta de presupuesto por parte de las autoridades encargadas de pavimentar las vías del distrito.

Como se ha mencionado, es esencial realizar investigaciones orientadas a mejorar de manera económica, ecológica y social el desarrollo de pavimentos rígidos. Estos estudios contribuirán a formular un plan de gobierno local que sea austero y socialmente responsable, permitiendo así que la Avenida Héroes de Cenepa cuente con un pavimento bien diseñado y durable.

El proceso de construcción de cualquier tipo de pavimento sigue normativas específicas que, en función de las condiciones climáticas, económicas y sociales, permiten la incorporación de materiales innovadores en su diseño. Estos materiales pueden aumentar la vida útil de las vías, mejorando así la eficiencia para los conductores. En este contexto, el uso de bagazo de caña en el diseño de pavimento rígido se justifica prácticamente, ya que ofrece una solución viable a los problemas generales identificados en esta investigación.

Con base en estas consideraciones, se formuló el problema general de estudio. ¿De qué manera la Adición del bagazo de caña, influye en el desarrollo del pavimento rígido, para mejorar la transitabilidad, Av. Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?

En relación con el proyecto de investigación, se identifican los siguientes problemas específicos:

¿De qué manera repercute en la resistencia a flexión adicionando Bagazo de Caña en el diseño de pavimento rígido, para mejorar la transitabilidad en la Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?

¿De qué manera mejoraría el diseño de la infraestructura vial de la Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?

¿De qué manera la adición de Bagazo de Caña influye en los costos del diseño de pavimento rígido, en la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?

¿De qué manera, la adición de Bagazo de Caña, influye en la resistencia a compresión en el diseño de pavimento rígido, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, ¿2023?

El objetivo general de esta investigación es identificar cómo el bagazo de caña influye en el diseño del pavimento rígido para mejorar la transitabilidad en la Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, en el año 2023. Con este propósito, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

Determinar la influencia incorporando Bagazo de Caña en el concreto a través del ensayo de resistencia a flexión en la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

Mejorar el diseño de Infraestructura vial en la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

Analizar los costos que genera la adición de Bagazo de Caña en el pavimento rígido, en la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

Establecer la influencia incorporando Bagazo de Caña en el concreto a través de ensayo de resistencia a compresión en la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

Se plantea como hipótesis general que la incorporación de bagazo de caña en el diseño de pavimento rígido mejorará la transitabilidad en la Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, durante el año 2023. Las hipótesis específicas se determinaron de la siguiente manera:

La incorporación de Bagazo de Caña influye en el pavimento rígido, según el ensayo de resistencia a flexión en la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

El diseño de Infraestructura vial mejora la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

La adición de Bagazo de Caña influye en los costos del pavimento rígido, Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

La adición de Bagazo de Caña influye en el pavimento rígido, según el ensayo de resistencia a compresión en la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Se presentaron antecedentes internacionales relevantes para el tema de nuestra investigación. Según Capelo y Molina (2022, pp. 17-140), en su tesis titulada 'Diseño de Hormigón $f'c=300$ kg/cm² utilizando cemento Portland con adición de bagazo de caña en estado natural para uso en pavimento rígido', se analizó la influencia de la fibra de bagazo de caña en estado natural cuando se incorpora al hormigón destinado a pavimentos rígidos con una resistencia de $f'c=300$ kg/cm². Se empleó una metodología experimental en el laboratorio de hormigones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Los ensayos realizados incluyeron análisis granulométricos, pruebas de finura del cemento, tiempo de fraguado, gravedad específica y esfuerzo de compresión; además de pruebas de resistencia a la compresión y flexión, módulo de elasticidad, resistencia a la tracción indirecta y diseño de mezcla de hormigón. Los resultados de la investigación concluyeron que el bagazo de caña en estado natural no mejora significativamente las propiedades del hormigón, sugiriendo que es necesario un tratamiento químico de las fibras para potenciar el rendimiento del hormigón.

Esta investigación es especialmente importante porque ofrece una perspectiva detallada sobre cómo el bagazo de caña puede ser utilizado en la industria de la construcción, presentando tanto sus beneficios potenciales como sus limitaciones. Al explorar diferentes metodologías y técnicas experimentales, los investigadores proporcionaron una base sólida para futuras investigaciones en el uso de materiales sostenibles en el diseño de pavimentos. Los resultados obtenidos subrayan la importancia de los tratamientos químicos en la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón, destacando la necesidad de continuar explorando alternativas innovadoras y ecológicas en la ingeniería civil.

Por otro lado, Araujo y Rodríguez (2019, pp. 15-61), en su informe titulado "Evaluación de Biomasa de Ceniza de Bagazo de Caña como una alternativa sostenible para la estabilización de una Base Granular", investigaron el comportamiento geotécnico de un material granular tipo base estabilizado con cemento y ceniza de bagazo de caña de azúcar. Utilizaron una metodología experimental y realizaron ensayos que incluyeron series de tamices, límites

líquido y plástico, CBR, resistencia a la compresión y detección de impurezas orgánicas en arenas para morteros. Concluyeron que la mezcla óptima debería contener 50% de ceniza de bagazo de caña y 50% de cemento, destacando que esta combinación presenta efectos puzolánicos que aumentan la resistencia necesaria para producir elementos cementantes.

La investigación de Araujo y Rodríguez es fundamental porque explora una alternativa sostenible y ecológica en la estabilización de bases granulares. Los ensayos detallados que realizaron proporcionan información valiosa sobre cómo la ceniza de bagazo de caña puede mejorar las propiedades mecánicas del material base. Los resultados obtenidos no solo resaltan la viabilidad de esta mezcla, sino que también subrayan la importancia de seguir investigando combinaciones innovadoras de materiales que puedan reducir el impacto ambiental de la construcción.

Además, la metodología empleada en este estudio es un ejemplo de cómo se pueden aplicar técnicas experimentales rigurosas para evaluar nuevas soluciones en ingeniería civil. Los hallazgos de este informe podrían tener implicaciones significativas para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la industria de la construcción, especialmente en la búsqueda de métodos más sostenibles y eficientes para la estabilización de suelos y bases granulares.

En la tesis titulada "Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con fibra de Bagazo de Caña" de Huertas y Martínez (2019, pp. 13-94), se estableció como objetivo principal la incorporación de fibra de bagazo de caña al hormigón para evaluar su comportamiento mecánico. Los autores emplearon una metodología experimental que abarcó la evaluación de las propiedades físicas de los materiales, el diseño de mezclas, la elaboración de cilindros y el análisis mecánico de los mismos. Los instrumentos utilizados incluyeron ensayos de densidad y absorción de agregados gruesos y finos, determinación de la densidad del cemento hidráulico y pruebas de compresión en el hormigón. Concluyeron que, para cumplir con los parámetros establecidos, la muestra de concreto debe contener 0.6% de fibra de bagazo de caña de azúcar.

El estudio detallado llevado a cabo por Huertas y Martínez es significativo ya que proporciona una comprensión profunda de cómo la fibra de bagazo de caña afecta las propiedades mecánicas del concreto. La metodología experimental utilizada incluyó técnicas avanzadas para medir la densidad y absorción de los agregados, así como la densidad del cemento hidráulico, lo que permitió obtener datos precisos y fiables. Los ensayos de compresión realizados en el hormigón proporcionaron información crucial sobre su resistencia, validando la hipótesis de que la adición de 0.6% de fibra de bagazo de caña de azúcar optimiza el rendimiento del concreto.

Además, este trabajo destaca la importancia de explorar materiales sostenibles y alternativos en la construcción, mostrando que es posible mejorar las propiedades estructurales del hormigón mediante la inclusión de residuos agrícolas como el bagazo de caña. Los resultados obtenidos no solo tienen implicaciones prácticas para la industria de la construcción, sino que también contribuyen al desarrollo de prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Por otro lado, Miranda (2021, pp. 9-95), en su tesis titulada "Comportamiento Mecánico del Concreto con Adición de Fibras Naturales (Bagazo de Caña) y Fibras Sintéticas (Polipropileno)", evaluó el impacto de las fibras de bagazo de caña de azúcar en el estado posterior a la fisuración del concreto. A través de una metodología experimental, se determinó el comportamiento mecánico de mezclas de concreto con adiciones de fibras de bagazo de caña de azúcar en proporciones del 0.5% al 3% en relación al peso de un agregado grueso, comparándolas con concreto convencional y concreto reforzado con fibras sintéticas. Los instrumentos utilizados incluyeron especímenes de concreto, determinación del módulo de rotura y ensayos de flexión en cuatro puntos. Los resultados indicaron que tanto las fibras de bagazo de caña como las fibras sintéticas mejoran la resistencia a la flexión del concreto.

Este estudio es particularmente significativo porque ofrece una comprensión detallada de cómo diferentes tipos de fibras pueden influir en las propiedades mecánicas del concreto. La metodología experimental utilizada por Miranda incluyó una variedad de ensayos que proporcionaron datos precisos sobre el

módulo de rotura y la resistencia a la flexión del concreto, permitiendo así una comparación exhaustiva entre el uso de fibras naturales y sintéticas.

Los hallazgos de esta investigación son cruciales para el desarrollo de nuevas mezclas de concreto que puedan ofrecer una mejor resistencia a la fisuración y mayor durabilidad. Además, la inclusión de fibras naturales como el bagazo de caña no solo mejora las propiedades mecánicas del concreto, sino que también contribuye a prácticas de construcción más sostenibles al utilizar materiales reciclados. Estos resultados subrayan la importancia de seguir explorando y desarrollando materiales alternativos que puedan optimizar el rendimiento del concreto mientras se reducen los impactos ambientales negativos.

La investigación de Miranda no solo valida el uso de fibras de bagazo de caña y fibras sintéticas en la mejora de la resistencia a la flexión del concreto, sino que también abre nuevas oportunidades para la innovación en el campo de los materiales de construcción. Este tipo de estudios es fundamental para avanzar hacia prácticas de construcción más eficientes y sostenibles, alineadas con las necesidades actuales de la industria y del medio ambiente.

Se llevó a cabo un análisis de antecedentes nacionales significativos para nuestro tema de investigación. En la tesis de Barrantes (2021, pp. 3-41), titulada "Diseño y evaluación de ladrillos de concreto $f_c=210$ kg/cm² adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Lima 2021", el objetivo principal fue evaluar y diseñar ladrillos de concreto con una dosificación de mezcla de 210 kg/cm², incorporando ceniza de bagazo de caña en porcentajes del 5%, 10% y 20%. Esta investigación, que tuvo un enfoque tanto aplicado como experimental, utilizó diversos instrumentos, incluyendo pruebas granulométricas, mediciones de contenido de humedad, pesos específicos y absorción de los agregados, así como el proceso ACI 211.

En cuanto a los resultados de compresión, se observó una reducción en la resistencia de 3.5% al añadir 5%, 10% y 20% de ceniza de bagazo, aunque la adición del 10% incrementó la resistencia en un 9.10% respecto al estándar, identificándose como el porcentaje óptimo para la fabricación de estos ladrillos.

El estudio de Barrantes es de particular importancia ya que ofrece una visión profunda sobre cómo la ceniza de bagazo de caña puede ser utilizada en la producción de ladrillos de concreto. La metodología experimental detallada permitió obtener datos precisos sobre las propiedades mecánicas del concreto con diferentes proporciones de ceniza de bagazo. Los ensayos de compresión realizados proporcionaron información esencial sobre la resistencia del material, validando la hipótesis de que la incorporación del 10% de ceniza de bagazo de caña mejora significativamente la resistencia del concreto.

Además, este trabajo destaca la relevancia de explorar materiales sostenibles en la construcción, demostrando que es posible mejorar las propiedades estructurales del concreto utilizando residuos agrícolas. Los hallazgos obtenidos no solo tienen aplicaciones prácticas en la industria de la construcción, sino que también contribuyen al desarrollo de prácticas más ecológicas y sostenibles. Los resultados del estudio subrayan la importancia de continuar investigando combinaciones innovadoras de materiales que puedan reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia de los materiales de construcción.

La investigación de Barrantes no solo valida el uso de ceniza de bagazo de caña en la mejora de las propiedades del concreto, sino que también abre nuevas oportunidades para la innovación en el campo de los materiales de construcción. Este tipo de estudios es esencial para avanzar hacia prácticas de construcción más eficientes y sostenibles, alineadas con las necesidades actuales de la industria y del medio ambiente.

Por otro lado, Calero (2021, pp. 5-65), en su tesis titulada "Estabilización de la subrasante utilizando cenizas de bagazo de caña en la Av. Los Alisos, Distrito de Oquendo - Callao, 2021", se propuso demostrar cómo la ceniza de bagazo de caña influye en la subrasante de la avenida Los Alisos. Empleando una metodología aplicada de investigación cuantitativa y diversos ensayos técnicos, encontraron que al agregar el 6% de ceniza de bagazo se incrementó el CBR al 95%, y con un 8% se alcanzó un 100% de CBR, mejorando así la capacidad de carga vehicular y la resistencia del pavimento. Este hallazgo destaca a la ceniza de bagazo de caña como un material prometedor para mejorar la calidad estructural de las carreteras.

La investigación realizada por Calero es especialmente relevante ya que proporciona una visión detallada sobre cómo los materiales de desecho, como la ceniza de bagazo de caña, pueden ser reutilizados de manera efectiva en la construcción de infraestructura vial. El enfoque cuantitativo aplicado en esta investigación incluyó la recopilación y análisis de datos mediante ensayos específicos como el Proctor Modificado y el CBR, lo que permitió obtener resultados precisos sobre la mejora en la capacidad de carga y resistencia del pavimento. Además, la investigación subraya la importancia de explorar materiales sostenibles que no solo ofrecen beneficios económicos, sino que también contribuyen a la reducción del impacto ambiental.

Al analizar la avenida Los Alisos, se observó que la subrasante mejorada con ceniza de bagazo de caña mostró una resistencia significativamente mayor en comparación con las técnicas tradicionales. Este resultado es un claro indicativo de que la incorporación de residuos agrícolas en la construcción vial no solo es viable, sino que también es altamente beneficiosa. La metodología detallada y los resultados obtenidos en este estudio proporcionan una base sólida para futuras investigaciones en el uso de materiales reciclados en la construcción de carreteras.

El trabajo de Calero no solo valida el uso de ceniza de bagazo de caña para mejorar la subrasante de pavimentos, sino que también destaca la importancia de continuar explorando alternativas sostenibles en la construcción. Los hallazgos de esta investigación son cruciales para avanzar hacia prácticas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente, que satisfagan las necesidades de infraestructura de manera sostenible.

En la tesis de Castro (2021, pp. 2-63), titulada "Ampliación y Diseño del Pavimento Rígido Empleando Bagazo como Aporte a la Resistencia del Pavimento, Avenida Hermanos Vargas, Longar 2021", se planteó como objetivo determinar el diseño de un pavimento rígido incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar. La metodología analítico-sintética se centró en ensayos de laboratorio relacionados con el diseño de hormigón. La investigación concluyó que el uso de materiales ecológicos, como la ceniza de bagazo, minimiza el impacto ambiental sin sacrificar propiedades esenciales del concreto. Se destacó

que la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo aumentó la resistencia a la compresión en un 16.61%, con un 10% de ceniza, según ensayos realizados a los 28 días.

La investigación de Castro es de gran relevancia porque ofrece una perspectiva detallada sobre la viabilidad de utilizar residuos agrícolas en la mejora de la resistencia del pavimento. La metodología analítico-sintética empleada incluyó una serie de ensayos de laboratorio que proporcionaron datos precisos y confiables sobre las propiedades mecánicas del hormigón. Estos ensayos permitieron evaluar cómo la incorporación de ceniza de bagazo afecta la resistencia a la compresión del concreto, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

Los resultados obtenidos en el estudio demostraron que la inclusión de ceniza de bagazo de caña no solo mejora la resistencia del pavimento, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la cantidad de cemento necesario en la mezcla. Este enfoque no solo es beneficioso desde el punto de vista estructural, sino que también presenta ventajas económicas y ambientales, haciendo de la ceniza de bagazo un aditivo valioso para la industria de la construcción.

Además, el estudio subraya la importancia de adoptar prácticas de construcción más sostenibles, alineadas con las necesidades actuales de reducir el impacto ambiental. Los hallazgos de Castro proporcionan una guía valiosa para la implementación de tecnologías y materiales más ecológicos en la construcción de pavimentos, fomentando el uso de recursos renovables y la reducción de desechos.

La tesis de Castro no solo valida el uso de ceniza de bagazo de caña como un componente eficaz en el diseño de pavimentos rígidos, sino que también destaca la necesidad de continuar explorando alternativas sostenibles que puedan mejorar la durabilidad y resistencia de las infraestructuras viales. Este tipo de investigación es crucial para avanzar hacia un futuro más sostenible en la industria de la construcción.

Por otro lado, Meza (2019, pp. 1-58), en su tesis titulada "Determinación de la resistencia residual de pavimentos rígidos reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar y caña guadua, Lima 2019", se propuso examinar el efecto de la inclusión de fibra de bagazo de caña de azúcar y maguey en las características de un pavimento rígido. La metodología utilizada integró la comparación de estudios previos y el análisis de documentos. Los resultados indicaron que la adición de fibra de bagazo mejoró las propiedades mecánicas en las pruebas de compresión, aunque se observó una leve disminución en la resistencia a la flexión. No obstante, se concluyó que la inclusión de bagazo de caña es viable para su uso en pavimentos rígidos debido a sus beneficios generales.

El trabajo de Meza es particularmente importante ya que proporciona una visión exhaustiva sobre cómo la fibra de bagazo de caña de azúcar y caña guadua puede influir en las propiedades mecánicas del pavimento rígido. La investigación se basó en una metodología robusta que incluyó la comparación de múltiples estudios previos, así como un análisis detallado de documentos relevantes. Este enfoque permitió a Meza obtener una comprensión profunda de cómo estos materiales pueden ser utilizados para mejorar la durabilidad y resistencia de los pavimentos.

Además, los ensayos realizados demostraron que la adición de fibra de bagazo no solo mejora la resistencia a la compresión del pavimento, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al utilizar materiales de desecho. Aunque se observó una ligera disminución en la resistencia a la flexión, los beneficios generales de utilizar bagazo de caña superan las desventajas. Este hallazgo es significativo porque sugiere que es posible desarrollar pavimentos más sostenibles sin sacrificar demasiado las propiedades mecánicas esenciales.

La conclusión de que la inclusión de bagazo de caña es viable para su uso en pavimentos rígidos destaca la importancia de seguir explorando y adoptando materiales alternativos en la construcción. Este tipo de investigación es crucial para avanzar hacia un futuro más sostenible en la industria de la construcción, promoviendo el uso de materiales reciclados y reduciendo la dependencia de recursos no renovables. Los resultados del estudio de Meza proporcionan una

base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la ingeniería civil.

La tesis de Meza no solo valida el uso de fibra de bagazo de caña en la mejora de las propiedades del pavimento rígido, sino que también subraya la necesidad de continuar explorando alternativas sostenibles que puedan ofrecer beneficios significativos en términos de durabilidad, resistencia y sostenibilidad ambiental.

En la tesis de Zapata (2021, pp. 5-44), titulada "Diseño de mezcla de concreto con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) para mejorar la resistencia a compresión, Chongoyape, Lambayeque", se planteó como objetivo principal diseñar una mezcla de hormigón con una dosificación de 210 kg/cm², adicionando bagazo de caña para mejorar la resistencia a la compresión. La metodología aplicada y preexperimental incluyó el uso de fichas de registro para clasificar y medir propiedades físicas y fisicoquímicas de la ceniza de bagazo, así como ensayos de resistencia a la compresión. Los resultados mostraron que una adición del 12% de bagazo de caña de azúcar aumentó la resistencia a $f'c=242.50$ kg/cm², mientras que la adición del 20% redujo la resistencia a $f'c=210$ kg/cm².

La investigación realizada por Zapata es fundamental ya que proporciona una comprensión detallada sobre cómo la ceniza de bagazo de caña puede ser utilizada como aditivo en mezclas de concreto para mejorar sus propiedades mecánicas. La metodología preexperimental empleada permitió obtener datos precisos y confiables sobre las propiedades físicas y fisicoquímicas de la ceniza de bagazo, lo que facilitó la evaluación de su efectividad en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto.

Además, los ensayos realizados demostraron que la inclusión de bagazo de caña no solo mejora significativamente la resistencia del concreto, sino que también presenta una solución sostenible y económica para la industria de la construcción. Al utilizar residuos agrícolas como la ceniza de bagazo, se contribuye a la reducción de desechos y se promueve el uso de materiales reciclados, lo que es beneficioso tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

Los hallazgos de esta tesis subrayan la importancia de seguir explorando materiales alternativos que puedan ser utilizados en la construcción de infraestructuras más resistentes y sostenibles. La investigación de Zapata no solo valida la efectividad de la ceniza de bagazo como aditivo en el concreto, sino que también proporciona una base sólida para futuras investigaciones que busquen optimizar el uso de materiales reciclados en la construcción.

La tesis de Zapata es un valioso aporte al campo de la ingeniería civil, demostrando que es posible mejorar las propiedades del concreto mediante el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Este tipo de investigaciones son cruciales para el desarrollo de prácticas de construcción más sostenibles y eficientes, alineadas con las necesidades actuales de la industria y del medio ambiente.

Por otro lado, Salas y Pinedo (2018, pp. 11-58), en su tesis titulada "Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de subrasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano Los Conquistadores, Nuevo Chimbote-2018", tuvieron como meta principal investigar cómo la ceniza de bagazo influye en la estabilización de la subrasante para pavimentos flexibles. Utilizaron una metodología descriptiva y cuasi experimental para examinar la relación entre varias variables, empleando herramientas como CBR, Proctor modificado, y límites líquido y plástico. Los resultados mostraron que los valores de CBR superiores al 6% recomendados por el Manual de Suelos y Pavimentos indican que la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora notablemente la calidad del suelo de la subrasante. Además, se recomendó optimizar la humedad durante la compactación del suelo para mejorar su desempeño.

La investigación realizada por Salas y Pinedo es de gran relevancia ya que ofrece una comprensión detallada sobre cómo la ceniza de bagazo de caña puede ser utilizada eficazmente en la estabilización de suelos para pavimentos flexibles. La metodología empleada, que combinó enfoques descriptivos y cuasi experimentales, permitió obtener datos precisos y confiables sobre el impacto de la ceniza de bagazo en la calidad de la subrasante. Este enfoque integral facilitó la evaluación de múltiples variables, proporcionando una visión holística del proceso de estabilización.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como un material mejorador del suelo, especialmente en términos de su capacidad para aumentar los valores de CBR por encima de los niveles recomendados. Esto no solo mejora la calidad estructural del pavimento, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reutilizar residuos agrícolas. La recomendación de optimizar la humedad durante la compactación es particularmente significativa, ya que asegura un mejor desempeño del suelo estabilizado, aumentando así la durabilidad y la resistencia del pavimento.

Además, el estudio destaca la necesidad de continuar explorando y adoptando prácticas sostenibles en la construcción de infraestructuras viales. La investigación de Salas y Pinedo proporciona una base sólida para futuras investigaciones que busquen optimizar el uso de materiales reciclados y mejorar las técnicas de estabilización de suelos. Los hallazgos de esta tesis son cruciales para avanzar hacia prácticas de construcción más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

La tesis de Salas y Pinedo no solo valida el uso de ceniza de bagazo de caña en la estabilización de subrasante, sino que también resalta la importancia de seguir investigando alternativas sostenibles que puedan ofrecer beneficios significativos en términos de calidad del suelo, durabilidad del pavimento y sostenibilidad ambiental. Este tipo de investigaciones son esenciales para el desarrollo de infraestructuras más robustas y ecológicas.

Sánchez y Torres (2019, pp. 7-62), en su tesis titulada "Diseño Sismorresistente en una Edificación Aporticada Aplicando Fibras de Bagazo de Caña de Azúcar en Jicamarca Anexo 8, Huarochirí, 2019", tuvieron como propósito general evaluar la viabilidad de emplear fibra de bagazo de caña de azúcar en el diseño de mezclas de concreto. La metodología adoptada fue tanto explicativa como experimental, utilizando las normas técnicas peruanas (NTP 339.613, 331.604) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Los resultados indicaron que solo es viable agregar un 0.5% de fibra de bagazo de caña al concreto para que cumpla efectivamente su función como componente del mismo. Un aumento en la proporción de este material compromete su funcionalidad. Esta investigación también determinó que el porcentaje óptimo cumple con los estándares

establecidos en las normas técnicas pertinentes, incluyendo la E.020, E.030, E.050 y E.060.

La investigación realizada por Sánchez y Torres es de gran relevancia ya que proporciona una comprensión detallada sobre cómo la fibra de bagazo de caña de azúcar puede ser utilizada eficazmente en el diseño de mezclas de concreto sismorresistente. La combinación de enfoques explicativos y experimentales permitió a los investigadores obtener datos precisos y confiables sobre el comportamiento del concreto reforzado con fibras de bagazo bajo condiciones sísmicas. Este enfoque integral facilitó la evaluación de múltiples variables, proporcionando una visión holística del proceso de diseño.

Los resultados obtenidos subrayan la importancia de la fibra de bagazo de caña de azúcar como un material que puede mejorar la resistencia sísmica del concreto, especialmente cuando se usa en proporciones óptimas. Esto no solo mejora la seguridad estructural de las edificaciones, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reutilizar residuos agrícolas. La recomendación de mantener la proporción de fibra en 0.5% es particularmente significativa, ya que asegura un equilibrio entre funcionalidad y sostenibilidad.

Además, el estudio destaca la necesidad de continuar explorando y adoptando prácticas sostenibles en la construcción de infraestructuras sismorresistentes. La investigación de Sánchez y Torres proporciona una base sólida para futuras investigaciones que busquen optimizar el uso de materiales reciclados y mejorar las técnicas de diseño de concreto. Los hallazgos de esta tesis son cruciales para avanzar hacia prácticas de construcción más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

La tesis de Sánchez y Torres no solo valida el uso de fibra de bagazo de caña en el diseño de mezclas de concreto sismorresistente, sino que también resalta la importancia de seguir investigando alternativas sostenibles que puedan ofrecer beneficios significativos en términos de seguridad estructural, durabilidad del concreto y sostenibilidad ambiental. Este tipo de investigaciones son esenciales para el desarrollo de infraestructuras más robustas y ecológicas.

Las bases teóricas para esta investigación incluyen:

1) Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2006:

- a) Este reglamento define los pavimentos como estructuras construidas sobre la subrasante, diseñadas para soportar las fuerzas del tránsito vehicular. Además, enfatiza que la infraestructura vial abarca todas las vías y los componentes estructurales de las carreteras. Según este enfoque, la subrasante se caracteriza como la superficie sobre la cual se construye el pavimento, y la superficie de la carretera se describe como la parte del pavimento que entra en contacto con los neumáticos de los vehículos, contribuyendo a mejorar la comodidad de la conducción.
- b) Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2006: Este reglamento define los pavimentos como estructuras construidas sobre la subrasante, diseñadas para soportar las fuerzas del tránsito vehicular. Además, enfatiza que la infraestructura vial abarca todas las vías y los componentes estructurales de las carreteras. Según este enfoque, la subrasante se caracteriza como la superficie sobre la cual se construye el pavimento, y la superficie de la carretera se describe como la parte del pavimento que entra en contacto con los neumáticos de los vehículos, contribuyendo a mejorar la comodidad de la conducción.
- c) El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial del año 2006 establece que los pavimentos son estructuras específicamente diseñadas y construidas sobre la subrasante, cuya función principal es soportar las cargas y esfuerzos inducidos por el tránsito vehicular. Este reglamento pone énfasis en que la infraestructura vial comprende no solo todas las vías de comunicación, sino también los elementos estructurales que conforman las carreteras, incluyendo puentes, túneles y otros componentes esenciales para el transporte seguro y eficiente.
- d) De acuerdo con esta normativa, la subrasante es definida como la capa de suelo que se encuentra inmediatamente por debajo del pavimento, sirviendo como base y soporte fundamental para la estructura del pavimento. Esta capa debe ser adecuada y estable para asegurar la durabilidad y resistencia del pavimento construido sobre ella. Por otro lado, la superficie de la carretera, también denominada capa de rodadura, es la parte del pavimento que está en contacto directo con los neumáticos de los vehículos. Esta capa debe proporcionar una superficie uniforme,

segura y cómoda para la conducción, mejorando así la experiencia de los usuarios y contribuyendo a la seguridad vial.

- e) Además, el reglamento destaca la importancia de considerar tanto la funcionalidad como la durabilidad del pavimento, asegurando que la estructura sea capaz de resistir las condiciones de tráfico previstas y las cargas dinámicas impuestas por los vehículos. Este enfoque holístico de la gestión de la infraestructura vial busca garantizar la eficiencia y seguridad del sistema de transporte, promoviendo la construcción de carreteras que cumplan con los estándares técnicos y de calidad requeridos.
 - f) El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial del 2006 ofrece una guía integral para el diseño y construcción de pavimentos, subrayando la importancia de una base adecuada y una superficie de rodadura que mejore la comodidad y seguridad de la conducción. Esta normativa es fundamental para el desarrollo de infraestructuras viales eficientes y seguras, alineadas con las necesidades actuales del transporte y la movilidad.
- 2) Pavimento Rígido: Hace referencia a los pavimentos que emplean concreto de cemento hidráulico en diferentes formas, tal como lo indican Rodón y Reyes (2022). Este tipo de pavimento se destaca por su alta durabilidad y su capacidad para soportar grandes cargas.
 - 3) Bagazo de Caña: Este material vegetal, comúnmente cultivado en áreas tropicales productoras de azúcar, se obtiene como un residuo fibroso después de extraer el jugo de la caña de azúcar. Tradicionalmente usado en la combustión en fábricas azucareras, el bagazo de caña también se está explorando como un suplemento parcial del cemento en diseños de concreto en diversos procesos constructivos, en respuesta al cambio climático (Resano, Guillen, Ubillús y Barranzuela, 2008). El uso del bagazo de caña en la construcción surge como una alternativa sostenible que contribuye tanto a la reducción del impacto ambiental como a la optimización de recursos naturales en la ingeniería civil.
 - 4) Diseño Estructural del Pavimento: Este proceso implica determinar los espesores adecuados para un pavimento, que puede ser de concreto simple o reforzado, dependiendo del proyecto específico. Los pavimentos de

concreto simple se desarrollan sin usar acero, mientras que los pavimentos de concreto reforzado sí incluyen acero. En ambos casos, es crucial llevar a cabo un diseño estructural minucioso que determine los componentes esenciales que deben incorporarse en el pavimento.

5) Resistencia a la Compresión y Flexión:

- a) Todos los pavimentos están sujetos a esfuerzos, específicamente esfuerzos por compresión y flexión. Estas fuerzas deben ser evaluadas mediante un ensayo conocido como módulo de rotura (MR), con el objetivo de diseñar un pavimento que sea suficientemente resistente para soportar las cargas previstas. Este análisis es esencial para garantizar la durabilidad y la funcionalidad del pavimento bajo las condiciones de tráfico esperadas.
- b) Todos los pavimentos están expuestos a diversas tensiones, entre las cuales se destacan los esfuerzos por compresión y flexión. Estos esfuerzos son inducidos principalmente por las cargas aplicadas por el tránsito vehicular y otras condiciones externas, y deben ser rigurosamente evaluados para asegurar que el pavimento pueda soportar las cargas de servicio sin fallas.
- c) El módulo de rotura (MR) es un ensayo fundamental en la ingeniería de pavimentos, ya que permite medir la resistencia del material a las fuerzas de flexión. Este ensayo proporciona datos críticos que son utilizados en el diseño y evaluación de pavimentos, ayudando a determinar si el material tiene la resistencia necesaria para soportar las cargas de tráfico previstas. En este ensayo, una muestra del pavimento es sometida a una carga creciente hasta que se produce la rotura, registrándose la máxima carga soportada.
- d) El objetivo de realizar el ensayo de módulo de rotura es asegurar que el pavimento diseñado tenga la resistencia suficiente para soportar las cargas vehiculares sin sufrir deformaciones o fallas prematuras. Un pavimento adecuadamente diseñado debe ser capaz de soportar tanto las cargas estáticas como dinámicas impuestas por los vehículos, garantizando así su durabilidad y funcionalidad a lo largo del tiempo. Este análisis es crucial para mantener la integridad estructural del pavimento y

proporcionar una superficie de conducción segura y cómoda para los usuarios.

- e) Además, el análisis de la resistencia a la compresión y flexión es vital para la selección de materiales y la configuración del diseño del pavimento. La evaluación de estos esfuerzos permite optimizar el diseño, asegurando que se utilicen materiales que no solo cumplan con los requisitos de resistencia, sino que también sean sostenibles y económicos. La correcta selección y diseño de los materiales de pavimentación contribuye significativamente a la prolongación de la vida útil del pavimento y a la reducción de costos de mantenimiento y reparación.
- f) La resistencia a la compresión y flexión es un aspecto fundamental en el diseño y evaluación de pavimentos. A través del ensayo de módulo de rotura, los ingenieros pueden asegurarse de que el pavimento tenga la capacidad de soportar las cargas previstas, garantizando así su durabilidad y funcionalidad. Este enfoque integral es esencial para el desarrollo de infraestructuras viales seguras, eficientes y sostenibles, que satisfagan las demandas del tráfico moderno y contribuyan al bienestar de la sociedad.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación.

El proyecto se clasifica como una investigación aplicada, ya que se orienta hacia la obtención de nueva información con el propósito de ofrecer soluciones prácticas a los desafíos existentes (Esteban, 2018).

3.1.2 Diseño de Investigación.

La investigación adoptó un enfoque de carácter experimental, utilizando una variedad de técnicas especializadas para el análisis detallado de las variables. Este enfoque permitió identificar y evaluar las relaciones de causa y efecto entre los diferentes elementos estudiados (J. Gabriel, 2017).

3.1.3 Enfoque de investigación.

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, fundamentado en la recolección exhaustiva de datos y la aplicación de cálculos matemáticos complejos. Este enfoque se utilizó para guiar la identificación, análisis y verificación de las hipótesis planteadas. Al basarse en datos cuantitativos, la investigación permitió obtener resultados precisos y verificables, lo que facilitó una comprensión más profunda de las variables en estudio y sus interrelaciones. La metodología empleada incluyó técnicas estadísticas avanzadas para asegurar la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos.

3.2. Variables y Operacionalización

El bagazo de caña de azúcar se considera como la variable independiente en este estudio. Esto se debe a que su cantidad y presencia en la mezcla de concreto son factores que pueden ser manipulados y controlados por el investigador para observar su efecto sobre otra variable.

El diseño del pavimento rígido se define como la variable dependiente. Esto significa que el diseño del pavimento, incluyendo su resistencia y durabilidad, depende de las modificaciones realizadas en la composición del concreto, específicamente la inclusión de bagazo de caña de azúcar.

En este contexto, la variable independiente, que es el bagazo de caña de azúcar, es un factor que se puede modificar para evaluar su impacto en el diseño del pavimento rígido, el cual es la variable dependiente. Este enfoque experimental permite analizar cómo los cambios en la proporción del bagazo de caña influyen en las propiedades del pavimento, como su resistencia a la compresión y durabilidad bajo condiciones de tráfico.

Es importante destacar que el bagazo de caña de azúcar, al ser una variable independiente, proporciona una base para experimentar con diferentes porcentajes y métodos de incorporación en la mezcla de concreto. Los resultados obtenidos de estos experimentos ayudarán a determinar la efectividad del bagazo como un aditivo en la construcción de pavimentos, permitiendo a los ingenieros optimizar las propiedades del pavimento rígido.

Por otro lado, el diseño del pavimento rígido, al ser la variable dependiente, refleja los resultados de las modificaciones en la mezcla de concreto. Esto incluye la evaluación de su comportamiento bajo cargas vehiculares y condiciones ambientales, asegurando que el pavimento cumpla con los estándares requeridos de durabilidad y resistencia.

El bagazo de caña de azúcar es la variable independiente utilizada en el estudio para modificar y mejorar la mezcla de concreto, mientras que el diseño del pavimento rígido es la variable dependiente que se mide y evalúa en respuesta a estas modificaciones. Este enfoque permite una comprensión clara de la relación entre las dos variables y facilita la optimización de los materiales utilizados en la construcción de pavimentos más sostenibles y duraderos.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población.

La población en un estudio se define como el conjunto de individuos que comparten características similares y que son seleccionados por el investigador para ser analizados (Ventura-León, 2017). En el contexto de esta investigación, se seleccionó la Avenida Héroes de Cenepa como el área de estudio, considerando sus características particulares que la hacen relevante para los objetivos de esta investigación. Esta avenida fue elegida debido a sus condiciones específicas que proporcionan un escenario ideal para examinar las variables en cuestión, permitiendo así obtener datos representativos y significativos para la presente investigación. Además, la elección de esta población facilita la implementación de las metodologías y técnicas necesarias para alcanzar conclusiones válidas y aplicables.

3.3.2 Muestra.

Un subconjunto de elementos que comparten características específicas dentro de un conjunto más grande, conocido como población, se define como muestra" (Hernández, p. 42, 2017). En este proyecto de investigación, la muestra seleccionada abarca un segmento de 2.19 km de la avenida en estudio.

3.3.3 Muestreo.

Esta función implica el almacenamiento de datos de la población bajo investigación, los cuales se dividen en dos categorías: probabilística y no probabilística. En el primer caso, se selecciona un grupo que comparte similitudes relevantes, mientras que en el segundo se eligen individuos que poseen características comunes. (Arias, pág. 69, 2021)

En el proyecto de investigación, se optó por utilizar un método de muestreo no probabilístico.

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnicas: Este enfoque se utiliza para recolectar y gestionar datos, asegurando que estén disponibles para el investigador cuando sean necesarios. Las técnicas empleadas en este contexto incluyen una variedad de métodos para la recopilación de datos, como encuestas, entrevistas, observaciones y análisis de documentos. Estos métodos permiten al investigador obtener información precisa y relevante, que es fundamental para el desarrollo y la validación de la hipótesis planteada. Además, la gestión adecuada de los datos recopilados garantiza su accesibilidad y utilidad a lo largo del proceso de investigación, facilitando el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos.

Observación: Al incorporar fibra de bagazo de caña de azúcar en la mezcla de concreto, se procederá a realizar un análisis exhaustivo y directo en el laboratorio. Este análisis incluirá la evaluación de diversas propiedades del concreto modificado, y para ello se recolectarán datos a partir de muestras obtenidas específicamente para llevar a cabo una serie de pruebas detalladas.

Para asegurar la precisión del estudio, se tomarán múltiples muestras del concreto modificado con fibra de bagazo de caña de azúcar. Estas muestras serán sometidas a una variedad de ensayos en el laboratorio, con el objetivo de evaluar su comportamiento bajo diferentes condiciones de carga y su resistencia a diversos factores de estrés. Los datos obtenidos de estas pruebas proporcionarán información crucial sobre la viabilidad del uso de bagazo de caña de azúcar como un aditivo en la construcción de pavimentos.

Durante el proceso de observación, se utilizarán métodos y técnicas avanzadas para medir las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Esto incluirá pruebas de resistencia a la compresión, flexión, y otros ensayos pertinentes que permitan determinar la efectividad del bagazo de caña como un componente que mejora las características del concreto.

El análisis en el laboratorio también incluirá la comparación de los resultados obtenidos con los estándares establecidos en la normativa de

construcción, asegurando que el concreto modificado cumpla con los requisitos de calidad y durabilidad necesarios para su aplicación en pavimentos. Además, se realizarán observaciones detalladas de la microestructura del concreto para entender mejor cómo la fibra de bagazo de caña de azúcar interactúa con los otros componentes de la mezcla.

El proceso de observación y análisis en el laboratorio es fundamental para validar la eficacia del bagazo de caña de azúcar como aditivo en el concreto. Los datos recolectados a través de diversas pruebas proporcionarán una base sólida para futuras aplicaciones y optimizaciones en el diseño de mezclas de concreto, contribuyendo al desarrollo de materiales de construcción más sostenibles y resistentes.

Análisis de documentos: Este método se utiliza para investigar tesis, normativas, libros y otros recursos relevantes. El proyecto de investigación será sometido a un proceso de análisis detallado en el campo, durante el cual cada instrumento contará con su respectiva base de datos. Este proceso implica revisar y evaluar documentos existentes para extraer información pertinente y contextual, lo que ayudará a fundamentar y dirigir el estudio. Además, la recopilación de datos documentales permitirá una comparación exhaustiva de las normativas actuales y prácticas recomendadas, facilitando la identificación de lagunas en el conocimiento y la formulación de recomendaciones basadas en evidencia.

- ✓ **Estudio de Tráfico:** Para llevar a cabo este análisis, se emplearon una serie de estudios y técnicas específicos. Estos incluyeron la recopilación de datos sobre el volumen de tráfico en diferentes horas del día, el análisis de patrones de flujo vehicular, y la evaluación de la capacidad de las vías para manejar el tránsito. Además, se utilizaron métodos como encuestas a conductores y peatones para obtener una perspectiva más completa sobre las condiciones del tráfico. Estas técnicas permitieron una comprensión detallada de la dinámica del tráfico en el área de estudio, facilitando la identificación de problemas

y la formulación de soluciones efectivas para mejorar la fluidez y seguridad del tránsito.

✓ **Estudio de mecánica de suelos (EMS)**

A una profundidad de 1.50 metros por debajo del nivel del suelo no pavimentado, se realizará un análisis exhaustivo de calicata a lo largo de toda la superficie. Este análisis permitirá evaluar las características del suelo en profundidad, proporcionando datos esenciales para la investigación. En esta investigación, se llevarán a cabo una serie de ensayos de laboratorio, que incluirán:

- Clasificación de suelos según los sistemas SUCS y AASHTO.
- Ensayo de compactación para determinar la densidad óptima del suelo.
- Ensayo de CBR (California Bearing Ratio) para evaluar la resistencia del suelo.
- Diseño de mezcla para identificar la proporción adecuada de componentes.
- Ensayo de compresión axial para medir la resistencia del suelo bajo cargas axiales.
- Ensayo de flexión para determinar la capacidad del suelo para soportar esfuerzos de flexión.

Estos ensayos proporcionarán una comprensión integral de las propiedades mecánicas del suelo, fundamentales para el diseño y la construcción de estructuras sobre dicho terreno.

3.5. Procedimientos

El proyecto llevado a cabo en Jicamarca, Anexo 22, reveló que la ruta carecía de pavimentación, lo que generaba diversos inconvenientes para la población local. Debido a esta situación, se buscaban constantemente soluciones efectivas para mejorar dicha superficie. En este contexto, la investigación propuso la construcción de un pavimento sólido de hormigón (pavimento rígido) con la adición de bagazo de caña.

Para abordar esta problemática, se llevaron a cabo análisis de calicatas, conteo de vehículos y estudios detallados de mecánica de suelos. Estos estudios incluyeron una variedad de ensayos, tales como pruebas de compresión y flexión. Además, se determinó la clasificación de suelos según los sistemas SUCS y AASHTO, y se realizaron ensayos de Proctor Modificado y CBR, siguiendo la normativa MTC E 107.

El análisis de calicatas implicó la excavación de pozos en varios puntos de la ruta para examinar la composición y las características del suelo subyacente. Esto permitió identificar las propiedades geotécnicas del suelo, cruciales para el diseño adecuado del pavimento. Por otro lado, el conteo de vehículos se realizó para determinar el volumen y tipo de tráfico que la ruta soporta diariamente, información esencial para dimensionar el pavimento de acuerdo con las cargas esperadas.

Los estudios de mecánica de suelos incluyeron ensayos específicos para medir la capacidad de carga y la estabilidad del suelo. Las pruebas de compresión y flexión se realizaron para evaluar la resistencia del hormigón con la adición de bagazo de caña, asegurando que el material cumpliera con los estándares de durabilidad y resistencia necesarios. La clasificación de suelos según los sistemas SUCS y AASHTO proporcionó una categorización precisa del suelo, facilitando su manejo y mejora.

El uso de los ensayos de Proctor Modificado y CBR fue fundamental para determinar la densidad óptima y la capacidad de soporte del suelo. Estos ensayos ayudaron a definir las especificaciones técnicas para la compactación del suelo, garantizando una base sólida y estable para el pavimento rígido. La normativa MTC E 107 fue seguida rigurosamente, asegurando que todos los procedimientos cumplieran con los requisitos técnicos y de seguridad.

Estos estudios proporcionaron una comprensión detallada de las condiciones del suelo y del tráfico, lo que permitió diseñar una solución eficaz y duradera para la pavimentación de la ruta. El proyecto no solo mejoró la infraestructura vial, sino que también contribuyó a mejorar

significativamente la calidad de vida de los habitantes de la zona. La implementación de un pavimento sólido de hormigón con adición de bagazo de caña resultó ser una medida efectiva para abordar los desafíos de pavimentación en Jicamarca, Anexo 22, proporcionando una ruta más segura y funcional para la comunidad local.

3.5.1 Ubicación geográfica:

El análisis del pavimento de concreto en la Avenida Héroes de Cenepa, que se extiende a lo largo de 2.19 km, se presenta en la Figura 1. La ubicación del proyecto fue seleccionada entre las Avenidas Cápac Yupanqui y Avenida Unión Jicamarca, en Jicamarca, Anexo 22.

La Avenida Héroes de Cenepa se encuentra en la zona conocida como Jicamarca Anexo 22, comenzando en las coordenadas geográficas: Zona 18 L, Coordenada Este: 286456.0054 m y Coordenada Norte: 8679740.0546 m, con una altitud de 492 m.s.n.m.; y finalizando en las coordenadas geográficas: Zona 18 L, Coordenada Este: 288443.3572 m y Coordenada Norte: 8678822.3459 m, con una altitud de 808 m.s.n.m.

Este tramo de la avenida, que atraviesa una zona de vital importancia para la conectividad de la región, fue elegido debido a su necesidad urgente de mejoras en la infraestructura vial. Las coordenadas precisas y la altitud del área de estudio proporcionan datos esenciales para los cálculos y análisis necesarios para el diseño del pavimento de concreto. Además, esta localización específica permitirá una evaluación detallada de las condiciones geográficas y climáticas, que son cruciales para el desarrollo de soluciones de ingeniería adecuadas y sostenibles.

El proyecto de análisis del pavimento de concreto en la Avenida Héroes de Cenepa, que se extiende a lo largo de 2.19 km, se detalla en la Figura 1. La ubicación del proyecto fue determinada entre las Avenidas Cápac Yupanqui y Avenida Unión Jicamarca, en

Jicamarca, Anexo 22. La Avenida Héroes de Cenepa está localizada en la zona conocida como Jicamarca Anexo 22, comenzando en las coordenadas geográficas: Zona 18 L, Coordenada Este: 286456.0054 m y Coordenada Norte: 8679740.0546 m, con una altitud de 492 metros sobre el nivel del mar; y finalizando en las coordenadas geográficas: Zona 18 L, Coordenada Este: 288443.3572 m y Coordenada Norte: 8678822.3459 m, con una altitud de 808 metros sobre el nivel del mar.

Este tramo de la avenida, que atraviesa una zona de gran relevancia para la conectividad regional, fue seleccionado debido a la urgente necesidad de mejoras en la infraestructura vial. Las coordenadas exactas y la altitud del área de estudio proporcionan información esencial para los cálculos y análisis requeridos para el diseño del pavimento de concreto. Además, esta ubicación específica permitirá una evaluación exhaustiva de las condiciones geográficas y climáticas, que son cruciales para el desarrollo de soluciones de ingeniería adecuadas y sostenibles.

La elección de esta ubicación no solo responde a la necesidad de mejorar la infraestructura vial existente, sino también a la oportunidad de estudiar y aplicar soluciones innovadoras en la construcción de pavimentos. La precisión en la determinación de las coordenadas y la altitud garantiza que los datos utilizados en el diseño sean exactos y relevantes para las condiciones locales, permitiendo así la implementación de un pavimento que cumpla con los más altos estándares de calidad y durabilidad.

El análisis del pavimento de concreto en la Avenida Héroes de Cenepa es un proyecto de vital importancia para la región, que no solo mejorará la infraestructura vial existente, sino que también proporcionará datos valiosos para futuros proyectos de pavimentación. La localización específica y la precisión en los datos

geográficos y climáticos son elementos clave que garantizarán el éxito y la sostenibilidad del proyecto.

Límites:

Actualmente, el Anexo 22 de Jicamarca se encuentra bajo la jurisdicción del distrito de San Antonio de Chaclla, que pertenece a la provincia de Huarochirí, en la Región Lima. No obstante, existe una controversia territorial entre este municipio y el de San Juan de Lurigancho (S.J.L.).

Los límites fronterizos del municipio de San Antonio de Chaclla son los siguientes:

- Al norte, limita con el distrito de Santa Rosa de Quives, que se encuentra ubicado en la provincia de Canta.
- Al sur, colinda con el distrito limeño de Lurigancho-Chosica.
- Al este, comparte fronteras con los distritos de San Pedro de Casta y Santa Eulalia, pertenecientes a la provincia de Huachupampa.
- Al oeste, limita con el Distrito de San Juan de Lurigancho.

La disputa territorial mencionada ha generado varios conflictos administrativos y sociales entre las comunidades implicadas. Esta situación ha llevado a un esfuerzo continuo por parte de las autoridades locales para resolver la controversia y establecer claramente los límites jurisdiccionales. La resolución de esta disputa es esencial para garantizar una administración eficiente y la implementación adecuada de proyectos de infraestructura y desarrollo en la región.

Además, la ubicación estratégica del Anexo 22 de Jicamarca lo convierte en un área de gran importancia para el desarrollo regional, dado que sirve como un punto de conexión clave entre diferentes distritos y provincias. La clarificación de los límites territoriales permitirá a las autoridades locales y regionales

planificar mejor las inversiones en infraestructura, mejorar los servicios públicos y fomentar un desarrollo económico más sostenible para las comunidades involucradas.

La jurisdicción del Anexo 22 de Jicamarca y los límites colindantes del municipio de San Antonio de Chacla con Santa Rosa de Quives al norte, Lurigancho-Chosica al sur, San Pedro de Casta y Santa Eulalia al este, y San Juan de Lurigancho al oeste, representan una cuestión crítica que requiere atención y resolución para el beneficio de todos los habitantes de la región.

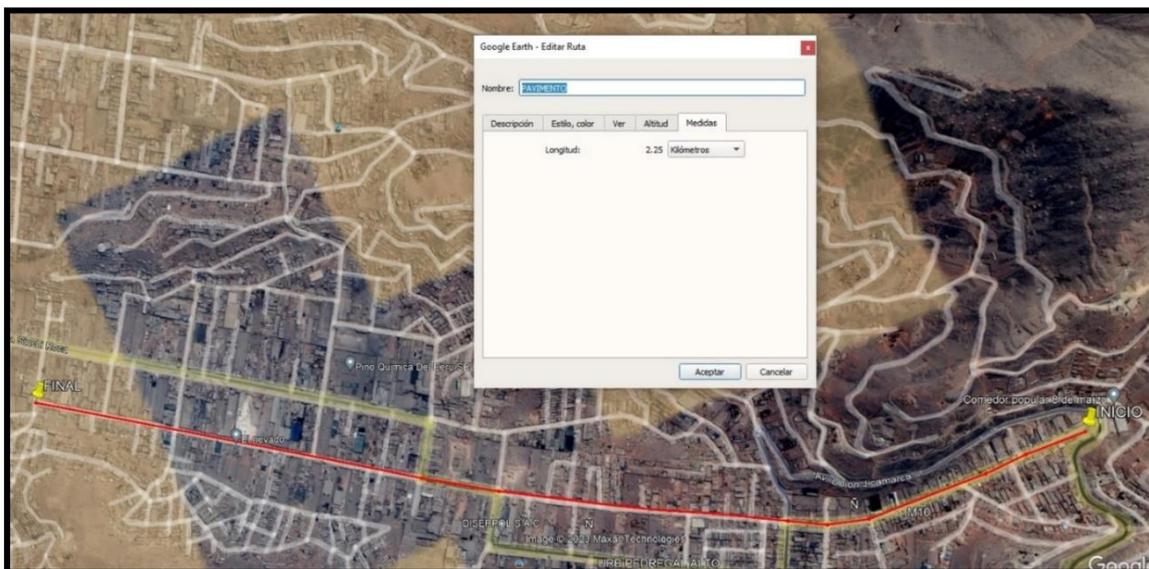


Figura 1: Ubicación del proyecto de estudio.

3.5.2 Estudio Topografía

Se observaron en la zona no pavimentada diversos problemas como baches, huecos y presencia de gravas. Posteriormente, se llevó a cabo un estudio topográfico detallado para analizar el terreno, sus características físicas, curvas de nivel, elevaciones y aspectos geomorfológicos.

La utilización de herramientas geoespaciales como Google Earth ha sido fundamental en este proceso, permitiendo obtener información detallada y realizar análisis dinámicos de mapas mediante la combinación de fotos satelitales, planos e imágenes tridimensionales. Esto ha posibilitado una mejor visualización del

área de estudio y una precisión en la georreferenciación de las coordenadas.

Para delimitar la zona de estudio, se utilizó el software Google Earth Pro, seguido del uso del programa Google Mapper para identificar las curvas de nivel. Los datos obtenidos fueron transferidos al programa Civil 3D para generar curvas de nivel en un formato de plano preestablecido, lo cual facilitó su integración en el diseño del proyecto.

Las recomendaciones del estudio incluyen la construcción de un pavimento de concreto que incorpore bagazo de caña de azúcar. Para respaldar estas recomendaciones, se llevaron a cabo estudios de mecánica del suelo, conteo de vehículos, pruebas de compresión y flexión, así como la clasificación del suelo según los sistemas SUCS y AASHTO. Además, se realizaron ensayos Proctor y CBR, siguiendo las normas establecidas por el MTC E 107. Como parte de la investigación, también se realizaron calicatas a una profundidad de 1,50 m, cuyos resultados fueron analizados en laboratorio.

Las recomendaciones derivadas del estudio sugieren la implementación de un pavimento de concreto que integre el uso de bagazo de caña de azúcar como material adicional. Para sustentar estas recomendaciones, se llevaron a cabo una serie de estudios, incluyendo análisis de la mecánica del suelo, conteos vehiculares, y pruebas específicas de compresión y flexión. La clasificación del suelo se realizó conforme a los sistemas SUCS y AASHTO, y se llevaron a cabo ensayos Proctor y CBR, en cumplimiento con las normativas del MTC E 107.

En el contexto del estudio, se procedió a realizar análisis de calicatas a una profundidad de 1,50 metros. Los resultados obtenidos de estas calicatas fueron meticulosamente examinados

en un laboratorio, proporcionando datos cruciales para la validación de las recomendaciones propuestas.

Además, se resaltó la importancia de utilizar herramientas de software como Google Earth Pro y Google Mapper para la identificación precisa de las curvas de nivel en la zona de estudio. Estos datos fueron posteriormente integrados en Civil 3D, lo cual permitió una representación detallada y precisa del terreno en el diseño del proyecto. Esta integración facilitó la planificación y ejecución de las fases subsiguientes del estudio.

El proceso de análisis incluyó también la evaluación del tránsito vehicular en la zona, lo cual es fundamental para diseñar un pavimento que responda adecuadamente a las cargas y condiciones de uso esperadas. Este enfoque integral asegura que las recomendaciones no solo se basen en datos empíricos sólidos, sino que también consideren las condiciones reales de uso y las necesidades de la comunidad local.

Las recomendaciones del estudio se fundamentan en un análisis exhaustivo que incluyó la utilización de herramientas avanzadas de software para la delimitación de la zona de estudio, la realización de múltiples estudios de suelo y tráfico, y la integración de resultados de laboratorio para proponer soluciones viables y efectivas para la construcción de un pavimento de concreto que incorpore bagazo de caña de azúcar.

3.5.3 Estudio de suelo

Se llevó a cabo un exhaustivo trabajo de campo para iniciar el estudio de suelos, mediante la ejecución de perforaciones denominadas calicatas. En total, se realizaron cuatro calicatas a una profundidad de 1,50 metros, extrayendo aproximadamente 30 kilogramos de material de cada una.

Posteriormente, estas muestras fueron transportadas al laboratorio para su análisis detallado.

Una vez en el laboratorio, se procedió a apilar y clasificar cada muestra utilizando el sistema de clasificación SUCS. Este método, basado en la norma ASTM D-422, permite determinar el tipo de suelo según su composición de partículas, categorizándolo como grava, arena o suelo fino (arcillas y limos).

Además, se realizó la clasificación siguiendo la norma AASHTO-93, la cual se emplea para evaluar el tipo de suelo adecuado para la construcción de carreteras. Esta clasificación abarca categorías que van desde A-1 hasta A-7, donde A-1 representa un suelo óptimo y A-7 un suelo no adecuado para la construcción de carreteras.

El trabajo de campo y las posteriores pruebas de laboratorio fueron fundamentales para obtener una comprensión detallada de las características del suelo en la zona de estudio. Esto permitió no solo clasificar el suelo de acuerdo con estándares internacionales, sino también identificar las propiedades mecánicas necesarias para la construcción de un pavimento de concreto que incorpore bagazo de caña de azúcar.

El análisis detallado de las muestras de suelo incluyó varios métodos de evaluación. En primer lugar, se utilizó la clasificación SUCS para determinar la granulometría y la composición de partículas de cada muestra. Esto permitió identificar la proporción de grava, arena y material fino presente en el suelo, lo cual es crucial para entender su comportamiento mecánico y su idoneidad para la construcción.

En segundo lugar, la clasificación AASHTO-93 proporcionó una evaluación adicional, enfocada específicamente en la aplicabilidad del suelo para proyectos de infraestructura vial. Esta norma clasifica los suelos en una escala de aptitud, desde los más

adecuados hasta los menos adecuados para la construcción de carreteras. La evaluación según esta norma es esencial para garantizar que los suelos utilizados en la construcción proporcionen la estabilidad y durabilidad necesarias.

Durante el análisis en el laboratorio, también se realizaron pruebas adicionales, como la determinación de la plasticidad y la compactación de las muestras. Estos ensayos proporcionaron información valiosa sobre la capacidad del suelo para soportar cargas y su comportamiento bajo diferentes condiciones de humedad.

Finalmente, los resultados de estas pruebas se utilizaron para desarrollar recomendaciones específicas para la construcción del pavimento de concreto. La incorporación de bagazo de caña de azúcar como material adicional se evaluó no solo por su potencial para mejorar las propiedades mecánicas del pavimento, sino también por su contribución a la sostenibilidad ambiental del proyecto.

Tabla 1:
Resumen de clasificación de suelos

CLASIFICACIÓN / CALICATA	C1	C2	C3	C4
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SM	GM	SM	GW-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-1-a (0)

Descripción de la muestra:	ARENA LIMOSA	GRAVA LIMOSA	GRAVA LIMOSA	GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO
-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	------------------------------------

Fuente: elaboración propia.

La tabla 1 presenta una descripción detallada de los datos recolectados en el laboratorio en relación con las clasificaciones de suelos previamente mencionadas. Esta recopilación de datos incluye una variedad de parámetros y características del suelo obtenidas mediante los métodos de clasificación SUCS y AASHTO, así como otras pruebas complementarias. Estos datos son esenciales para comprender las propiedades físicas y mecánicas del suelo, lo que a su vez permite evaluar su adecuación para diferentes aplicaciones en proyectos de construcción y pavimentación. La información presentada en la tabla proporciona una base sólida para el análisis y la toma de decisiones en relación con el diseño y la implementación de estructuras viales y otras infraestructuras.

3.5.3.1 Ensayo de Proctor modificado.

Para efectuar la prueba de Proctor modificado, se siguió rigurosamente el procedimiento especificado en la norma NTP 339.141. Los ensayos se realizaron utilizando las muestras extraídas de las calicatas identificadas como "C1" y "C4". El proceso consistió en colocar tres capas de muestra en un molde destinado al ensayo, aplicando golpes de 10, 25 y 56 a cada capa, conforme al método C descrito en la norma. Los resultados obtenidos de estos ensayos, que se detallan en la Tabla 2, fueron posteriormente empleados en la realización del ensayo de CBR. Esta metodología asegura que las características del suelo sean evaluadas de manera precisa, proporcionando datos

fundamentales para el análisis y diseño de estructuras de pavimentación y otras aplicaciones de ingeniería civil.

Tabla 2:

Resumen de resultados de Proctor Modificado.

CALICATA	Máxima Densidad Seca (g/cm³)	Óptimo Contenido Humedad (%)
C1	2.81	6.9
C4	2.278	6.1

Fuente: elaboración propia.

3.5.3.2 CBR.

Para llevar a cabo el ensayo de CBR, se siguieron las directrices establecidas en la norma NTP 339.145. Se utilizaron las clasificaciones de SUCS y AASHTO obtenidas de las calicatas C1 y C4, así como los valores de máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) resultantes de ambos sitios obtenidos del Proctor modificado. Estos datos fueron fundamentales para evaluar la capacidad de soporte del terreno proyectado. El molde compactado se colocó en una batea con agua durante cuatro días para asegurar su completa saturación. Luego, el molde fue sometido a la máquina de ensayo de penetración, obteniendo los valores de CBR que se muestran en la Tabla 3 para una penetración de 0.1". Además, se registraron valores adicionales para una penetración de 0.2, lo cual permitió una evaluación detallada de la capacidad de soporte del terreno bajo diferentes condiciones de carga. Estos procedimientos y análisis proporcionaron una comprensión integral del comportamiento del

suelo, crucial para el diseño de estructuras de pavimento y otras aplicaciones de ingeniería.

Tabla 3:

Resumen CBR C-1 y C-4.

CBR	CALICATA C-1		CALICATA C-4	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 86	0.2": 119	0.1": 104	0.2": 139
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 45	0.2": 61.5	0.1": 51.5	0.2": 69

Fuente: elaboración propia.

3.5.3.3 Ensayo de Sales, Sulfatos y cloruros.

Este análisis se realiza con el propósito de determinar la composición química del suelo en el sitio donde se llevará a cabo el proyecto de construcción. Se efectúan análisis químicos detallados para identificar la concentración de sales solubles presentes en el suelo. Este procedimiento sigue la norma NTP 339.152 para determinar las sales solubles en suelos. Además, se mide la concentración de sulfatos solubles en suelos de acuerdo con la norma NTP 339.178, y también se evalúa la concentración de cloruros solubles en suelos siguiendo las directrices de la norma NTP 339.177. Estas evaluaciones son esenciales para comprender las propiedades químicas del suelo y su adecuación para la construcción, garantizando que el terreno cumple con los requisitos necesarios para el desarrollo seguro y sostenible del proyecto.

3.5.3.4 Fibra de Bagazo de Caña.

Para el proyecto de investigación llevado a cabo, el material principal utilizado consistió en la fibra de bagazo de caña. Esta fibra

fue suministrada de manera gratuita por comerciantes locales ubicados en San Juan de Lurigancho, específicamente en la zona de Victoria (Avenida Aviación), así como en otras áreas aledañas. Estos comerciantes se dedican principalmente a la venta de jugo de caña de azúcar, de cuya producción se obtiene el bagazo como un subproducto residual.

Posteriormente, el bagazo de caña de azúcar fue cortado en fragmentos fibrosos de aproximadamente 5 cm de longitud antes de ser enviado al laboratorio. En dicho laboratorio, se procedió con el diseño y la formulación de la mezcla de concreto, incorporando el bagazo como uno de sus componentes clave. Esta etapa fue crucial para determinar la viabilidad y las propiedades mecánicas del concreto resultante, con el objetivo de evaluar su resistencia y durabilidad en aplicaciones prácticas.

3.5.3.5 Diseño de mezcla.

Este ensayo se llevó a cabo en cuatro momentos distintos:

En el primer momento, se mezcló únicamente hormigón para determinar nuestra muestra patrón (0.0% de fibra de Bagazo de Caña).

En el segundo momento, se procedió a mezclar el hormigón con un porcentaje determinado de fibra de Bagazo de Caña (3.3%).

En el tercer proceso, se mezcló el hormigón con otro porcentaje diferente de bagazo de caña (5.3%).

Por último, se mezcló el hormigón con un tercer porcentaje diferente de bagazo de caña (6.3%), totalizando 1.55 Kg del aditivo de bagazo de caña utilizado.

Posteriormente, las mezclas se colocaron en probetas de concreto para evaluar su resistencia después de 7, 14 y 28 días. Además, se colocaron en moldes para vigas de concreto para evaluar su

resistencia a la flexión después de 28 días, siguiendo el método de prueba NTP 339.078-2012.

3.5.3 Conteo vehicular basada en el MTC

Utilizando los estándares y procedimientos especificados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú, el estudio de tránsito comprendió la realización de conteos vehiculares en el tramo de la Av. Héroes de Cenepa, como se detalla en la Tabla 4. Estos conteos posibilitaron una medición precisa del volumen de tráfico en la vía de estudio.

Tabla 4:
Característica del lugar de Estudio

Tramo	Longitud (km)	Vía
AV. HEROES DEL CENEPA	2+189.01 km	No Pavimentada

Fuente: elaboración propia.

Para garantizar la recopilación precisa de datos sobre el número de vehículos que transitan por la vía, se llevó a cabo un estudio de tránsito durante siete días, en un horario que abarcó desde las 8:00 hasta las 20:00 horas. Este estudio fue parte del diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de la Avenida Héroes de Cenepa, ubicada en Jicamarca Anexo 22, en el año 2023.

Utilizando datos proporcionados por la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN) y el Diseño Geométrico (DG-2018), se realizó el cómputo del Índice Medio Diario Semanal, Volumen Vehicular, Factor de Corrección Estacional e Índice Medio Diario Anual.

3.6 Método de análisis de datos

Después de completar el estudio de mecánica de suelos, procedimos con las pruebas de laboratorio y el conteo de vehículos. A continuación, los resultados se introdujeron en el software Microsoft Excel. Posteriormente, se llevó a cabo el diseño de pavimento rígido con la adición de bagazo de caña de azúcar para determinar la resistencia del diseño de la mezcla.

3.7. Aspectos Éticos

En relación a los datos de laboratorio, el trabajo llevado a cabo tanto en el área de estudio como en el gabinete se caracterizó por su honestidad, cordura y veracidad. Los autores completaron el proyecto de manera precisa, adhiriéndose fielmente a las tesis bajo investigación.

IV. RESULTADOS

Resultado de Coordenadas y Curvas de Nivel – Topografía

La ubicación de nuestro estudio, tal como se muestra en la Figura 2, es la Avenida Héroes del Cenepa, en el Anexo 22 de Jicamarca, correspondiente al año 2023.

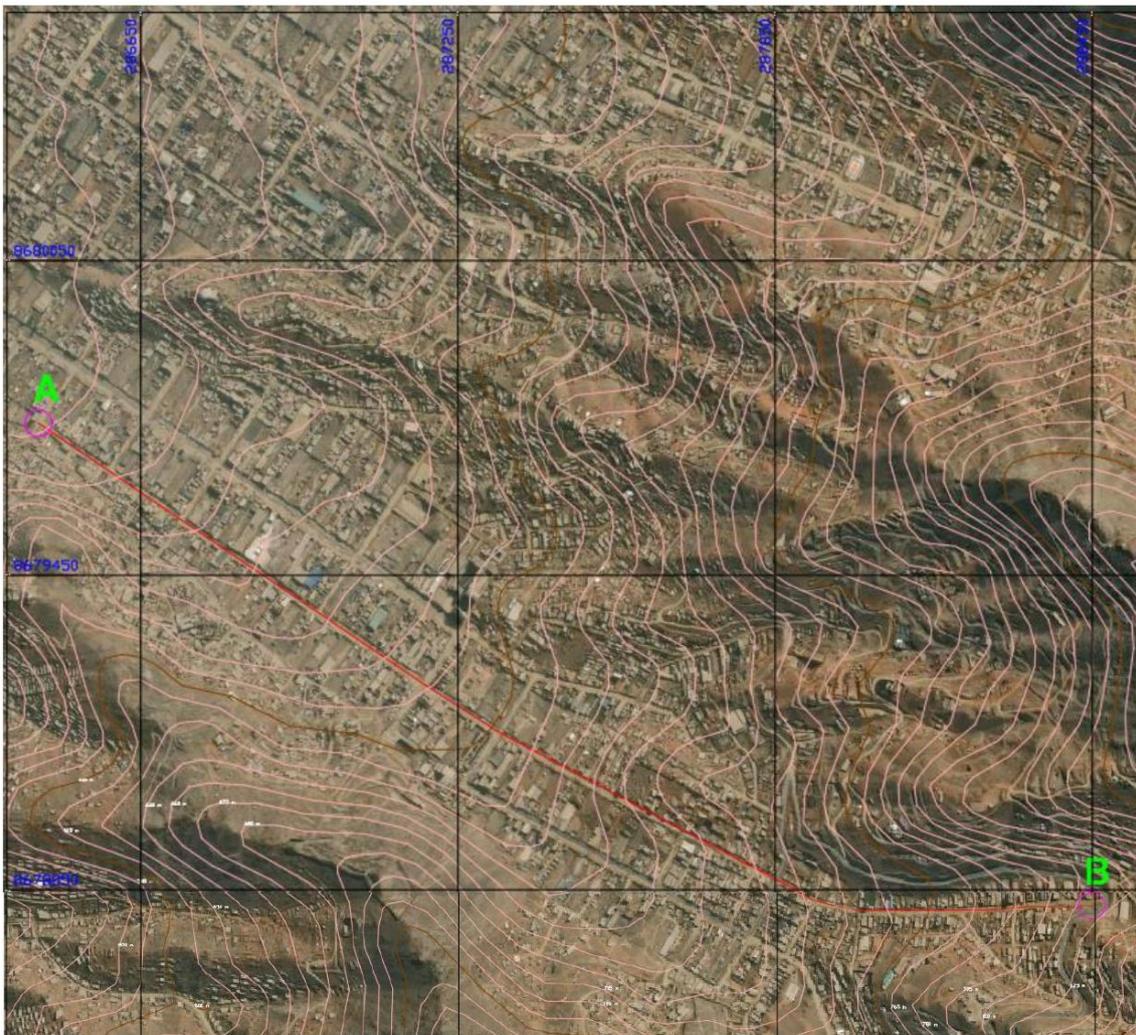


Figura 2: Coordenadas y Curvas de Nivel.

Resultados de Ensayos de laboratorio, GRANULOMETRÍA.

Tabla 5:

Tamizado Calicata C-1 para análisis granulométrico.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.00	--	--	100.00
2"	50.00	--	--	100.00
1 1/2"	37.50	206.80	10.50	89.50
1"	25.00	139.60	7.10	82.40
3/4"	19.00	34.30	1.70	80.70
3/8"	9.50	199.40	10.10	70.50
N° 4	4.75	179.50	9.10	61.40
N° 10	2.00	197.80	10.10	51.40
N° 20	0.85	193.90	9.90	41.50
N° 40	0.43	146.90	7.50	34.00
N° 60	0.25	112.60	5.70	28.30
N° 140	0.11	198.10	10.10	18.30

N° 200	0.08	38.50	2.00	16.30
-200		320.80	16.30	0.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6:

Clasificación por material en función al % que pasa de la Calicata C-1

% MATERIAL	DIAMETRO	%
% Grava	[N° 4 < f < 3"]	38.6
% Arena	[N° 200 < f < N° 4]	45.1
% Finos	[< N° 200]	16.3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7:

Límites de consistencia de la Calicata C-1

LÍMITES DE CONSISTENCIA	VALOR
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8:

Contenido de Humedad de la Calicata C-1

Contenido de Humedad ASTM D- 2216-05	Valor
Humedad (%)	3.6

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9:

Clasificación SUCS y AASHTO de la Calicata C-1

CLASIFICACIÓN	Valor
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)
Descripción de la muestra:	ARENA LIMOSA

Fuente: elaboración propia.

La categorización SUCS de la Tabla 5 reveló que el suelo pertenece al tipo SM (Arena Limosa), el cual es adecuado para su uso en la construcción de carreteras. Según la clasificación AASHTO, el suelo recibió la designación A-2-4(0) (grava y arena limosa o arcillosa), lo que indica una calidad buena.

Tabla 10:

Tamizado Calicata C-2 para análisis granulométrico.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
--------------	--------------------------	------------------------	---------------------	---------------------

3"	75.00	--	--	100.00
2"	50.00	244.90	8.50	91.50
1 1/2"	37.50	171.80	6.00	85.50
1"	25.00	176.80	6.10	79.40
3/4"	19.00	106.00	3.70	75.70
3/8"	9.50	312.30	10.80	64.90
N° 4	4.75	236.80	8.20	56.70
N° 10	2.00	260.00	9.00	47.70
N° 20	0.85	220.00	7.60	40.00
N° 40	0.43	125.00	4.30	35.70
N° 60	0.25	74.20	2.60	33.10
N° 140	0.11	199.60	6.90	26.20
N° 200	0.08	64.80	2.20	24.00
-200		690.70	24.00	0.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11:

Clasificación por material en función al % que pasa de la Calicata C-2

% MATERIAL	DIAMETRO	%
% Grava	[N° 4 < f < 3"]	43.3
% Arena	[N° 200 < f < N° 4]	32.7
% Finos	[< N° 200]	24

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12:

Límites de consistencia de la Calicata C-2

LÍMITES DE CONSISTENCIA	VALOR
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13:

Contenido de Humedad de la Calicata C-2

Contenido de Humedad ASTM D- 2216-05	Valor
Humedad (%)	3.9

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14:*Clasificación SUCS y AASHTO de la Calicata C-2*

CLASIFICACIÓN	Valor
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)
Descripción de la muestra:	GRAVA LIMOSA

Fuente: elaboración propia.

Referente a la Tabla 10, la clasificación de la muestra analizada estableció que el suelo pertenecía al tipo GM (Arena Limosa), el cual es adecuado para su uso en carreteras, según la clasificación SUCS. En cuanto a la clasificación AASHTO, el suelo recibió la designación A-2-4(0) (grava y arena limosa o arcillosa), lo que también indica una buena calidad.

Tabla 15:*Tamizado Calicata C-3 para análisis granulométrico.*

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.00	--	--	100.00
2"	50.00	300.00	9.70	90.30
1 1/2"	37.50	493.30	16.00	74.20
1"	25.00	159.60	5.20	69.00
3/4"	19.00	135.50	4.40	64.60

3/8"	9.50	189.10	6.10	58.50
N° 4	4.75	154.70	5.00	53.50
N° 10	2.00	160.10	5.20	48.30
N° 20	0.85	184.00	6.00	42.30
N° 40	0.43	188.90	6.10	36.10
N° 60	0.25	397.40	12.90	23.20
N° 140	0.11	242.40	7.90	15.40
N° 200	0.08	39.40	1.30	14.10
-200		433.10	14.10	0.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16:

Clasificación por material en función al % que pasa de la Calicata C-3

% MATERIAL	DIÁMETRO	%
% Grava	[N° 4 < f < 3"]	46.5
% Arena	[N° 200 < f < N° 4]	39.4
% Finos	[< N° 200]	14.1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17:

Límites de consistencia de la Calicata C-3

LÍMITES DE CONSISTENCIA	VALOR
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18:

Contenido de Humedad de la Calicata C-3

Contenido de Humedad ASTM D- 2216-05	Valor
Humedad (%)	2.5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19:

Clasificación SUCS y AASHTO de la Calicata C-3

CLASIFICACIÓN	Valor
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)
Descripción de la muestra:	GRAVA LIMOSA

Fuente: elaboración propia.

Los análisis encontrados en esta calicata, como se muestra en la **Tabla 15**, son los mismos que los mencionados en el pozo de prueba anterior.

Tabla 20:

Tamizado Calicata C-4 para análisis granulométrico.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.00	--	--	100.00
2"	50.00	435.40	17.90	82.10
1 1/2"	37.50	149.70	6.10	76.00
1"	25.00	140.60	5.80	70.20
3/4"	19.00	57.10	2.30	67.90
3/8"	9.50	358.90	14.70	53.10
N° 4	4.75	191.30	7.90	45.30
N° 10	2.00	191.60	7.90	37.40
N° 20	0.85	196.40	8.10	29.40
N° 40	0.43	148.60	6.10	23.30
N° 60	0.25	90.40	3.70	19.60
N° 140	0.11	167.80	6.90	12.70

N° 200	0.08	44.00	1.80	10.90
-200		264.70	10.90	0.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21:

Clasificación por material en función al % que pasa de la Calicata C-4

% MATERIAL	DIÁMETRO	%
% Grava	[N° 4 < f < 3"]	54.7
% Arena	[N° 200 < f < N° 4]	34.4
% Finos	[< N° 200]	10.9

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22:

Límites de consistencia de la Calicata C-4

LÍMITES DE CONSISTENCIA	VALOR
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23:

Contenido de Humedad de la Calicata C-4

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	Valor
Humedad (%)	3.1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24:

Clasificación SUCS y AASHTO de la Calicata C-4

CLASIFICACIÓN	Valor
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GW-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)
Descripción de la muestra:	GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 20 proporciona evidencia de que el suelo está clasificado como GW-GM (Grava bien graduada y limosa) según la clasificación SUCS, lo cual es una mejora con respecto a las muestras anteriores y extremadamente deseable para su uso en carreteras. En cuanto a la clasificación AASHTO, el suelo recibió la designación A-1-a (0) (pedazos de piedra, grava y arena), lo que indica una alta calidad.

Resultados de las pruebas de laboratorio, incluida la CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) y PROCTOR MODIFICADO

Tabla 9: *Resultados Proctor Modificado y CBR.*

Tabla 25:

Resultados Proctor Modificado y CBR

CALICATA MUESTRA		MOTODO PROCTOR	95% MDS (g/cm3)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	C.B.R. AL 95 % DE LA M.D.S. 0.1"
C-1	M-1	C	2.072	6.9	44.7
C-4	M-1	C	2.164	6.1	51.5
				PROMEDIO	48.1

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la clasificación del suelo según el CBR, los resultados del laboratorio se resumieron en la Tabla 9, donde las muestras de CBR fueron mayores de 40 (>40), lo que se consideró bueno para la muestra C1 y excelente para la muestra C-4.

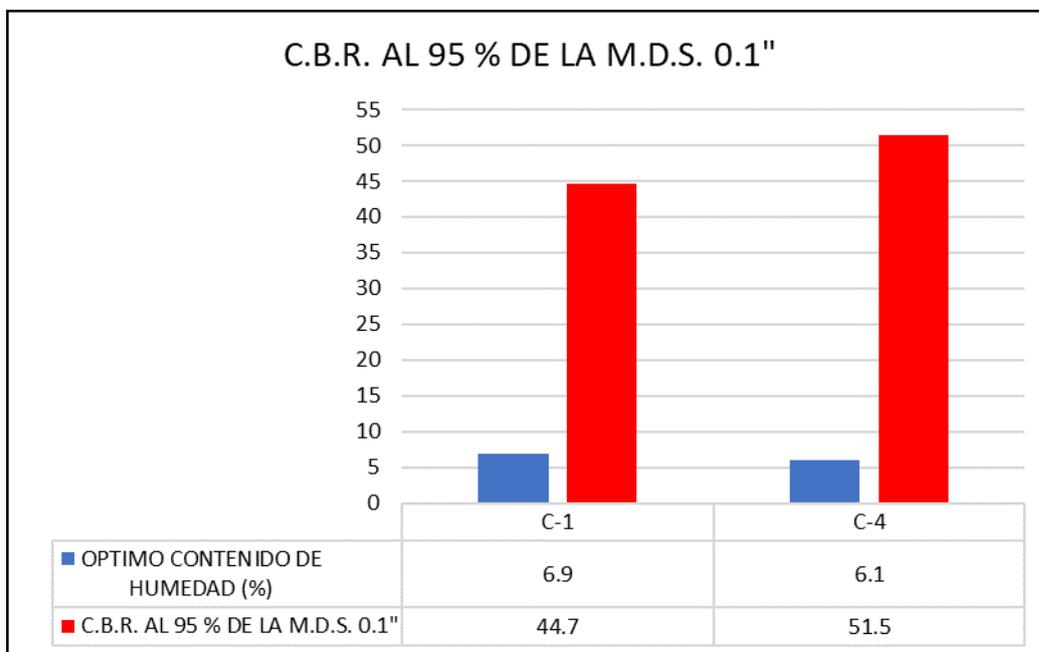


Figura 3: Resultados estadísticos de CBR.

La Figura 3 muestra los hallazgos estadísticos para el contenido de humedad y CBR al 95% de confianza, obtenidos de las muestras C-1 y C-4.

Ensayos químicos en SUELOS, ROCAS Y AGUA

Tabla 26:

Resultados de Ensayo de Sales, Sulfatos y Cloruros.

Sales	Valor	und
SALES SOLUBLES TOTALES	15399	p.p.m.
<i>NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152</i>	1.54	%
SULFATOS SOLUBLES	5769	p.p.m.
<i>NORMA AASHTO T291 - NTP 339.178</i>	0.577	%
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	2750	p.p.m.
<i>NORMA AASHTO T2391 - NTP 339.177</i>	0.275	%

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la Norma AASHTO T290 - NTP 339.178, la Tabla 10 muestra resultados como el porcentaje de 0.577% en sulfatos solubles, lo cual indica una exposición severa a los sulfatos. Este hallazgo se detalla en la Tabla 11, según la Norma Técnica de la Edificación E.060 de Hormigón Armado, parte del Reglamento Nacional de Edificación. Para este tipo de suelo, se sugiere utilizar cemento Tipo V, el cual tiene una resistencia típica a la compresión (f'c) de 310 Kg/cm² y una relación máxima agua-material cementante (en peso) de 0.45.

Tabla 27:*Especificaciones del concreto expuesto a la solución de sulfato.*

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua-material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'c mínimo (Mpa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq \text{SO}_4 < 0,1$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$	--	--	--
Moderada**	$0,1 \leq \text{SO}_4 < 0,2$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq \text{SO}_4 < 2,0$	$1500 \leq \text{SO}_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 \leq \text{SO}_4$	$10000 < \text{SO}_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Fuente: RNE – E.060 (Tabla 4.4).

CARACTERÍSTICAS DE GRAVA FINA

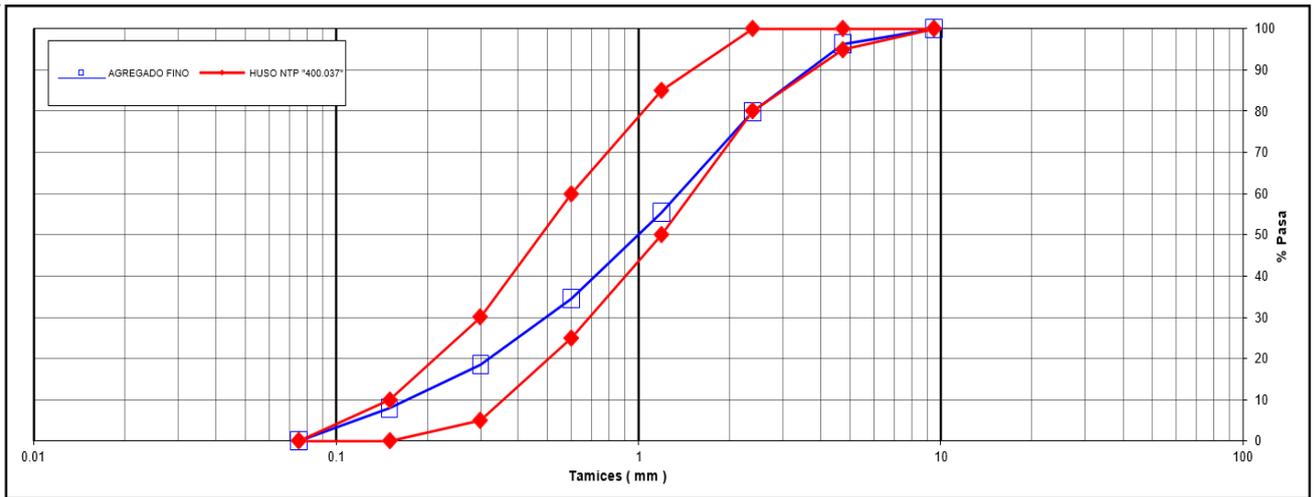


Figura 4. Curva Granulométrica - Agregado Fino para diseño de mezcla.

La curva granulométrica mostrada en la Figura 5 indica que el agregado fino (línea azul), que será empleado en el diseño del hormigón, está dentro del rango de uso permisible según lo establecido en la NTP 400.037, tal como se evidencia por las líneas rojas.

Tabla 28:

Agregado Fino-Propiedades físicas.

Propiedad	Und	valor
Módulo de Fineza		3.07
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1,469
Peso Unitario Compactado	(Kg/m ³)	1,650
Peso Específico		2.6
Contenido de Humedad	(%)	1.43
Porcentaje de Absorción	(%)	1.75

Fuente: elaboración propia.

Peso Específico		2.72
Contenido de Humedad	(%)	0.63
Porcentaje de Absorción	(%)	1.26

Fuente: elaboración propia.

Las características del agregado se detallan en la Tabla 13, donde se observa que su tamaño nominal máximo fue de 1 pulgada y su módulo de finura fue de 8. Además, se reporta que su peso unitario compactado fue de 1,538 kg/m³, mientras que su peso unitario suelto fue de 1,407 kg/m³. Se registraron 2.72 como peso específico, un 0.63% de contenido de humedad y un 1.26% de porcentaje de absorción.

Concreto con aditivo de bagazo de caña.

Se llevaron a cabo experimentos de concreto como parte del proyecto de estudio, utilizando una dosificación de 210 kg/cm². En estas pruebas, la fibra de bagazo de caña de azúcar se añadió en tres porcentajes diferentes: 3,3% (equivalente a 0,34 kg), 5,3% (equivalente a 0,55 kg) y 6,3% (equivalente a 0,66 kg). Como se muestra en la Figura 7, estas muestras modificadas se compararon con la muestra estándar, que no incluía fibra de bagazo de caña de azúcar.

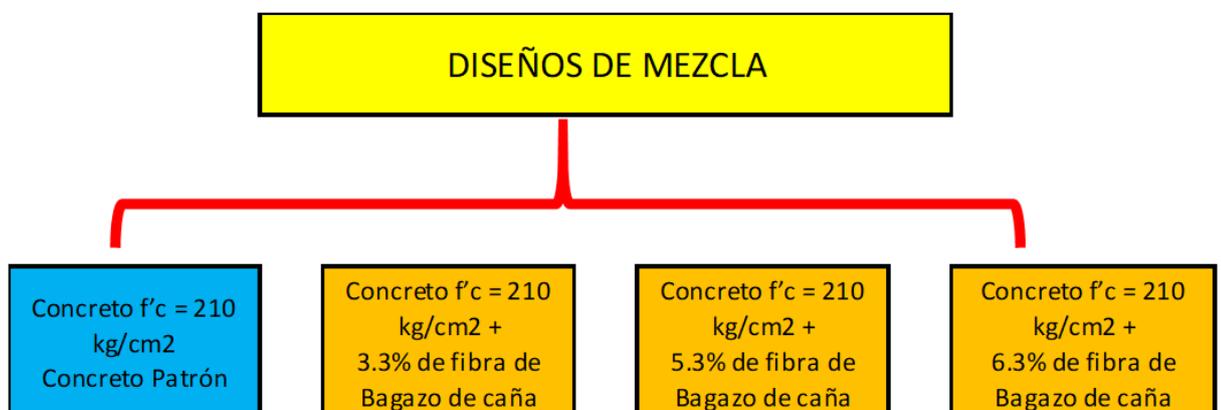


Figura 6. Diseño de Mezcla.

Diseño de Mezclas para el Método ACI 211

Se elaboraron cuatro tipos diferentes de diseños de mezcla en el experimento actual, utilizando el método ACI 211, con una fuerza de compresión de 210 kg/cm².

Tabla 30:

Materiales utilizados para el diseño de la mezcla.

Material	P. Especifico g/cc	Módulo de fineza	Humedad natural %	Absorción %	P. Unitario s. kg/m ³	P. Unitario c. kg/m ³
Cemento sol Tipo I	3.13					
Agregado fino	260	3.07	1.43	1.75	1.469	1.65
Agregado grueso	2.72	7.75	0.63	1.26	1.407	1.538

Fuente: resultado de laboratorio.

Se analizaron los componentes utilizados en el diseño de la mezcla, y sus valores se detallan en la Tabla 14, considerando una resistencia objetivo de f'c de 210 kg/cm². Se encontró que el peso específico total del material es de 3,13 gramos/cm², mientras que los pesos específicos de los agregados fino y grueso son, respectivamente, 260 y 2,72.

Tabla 31:

Características de Diseño de Mezcla (Muestra Patrón 0.0%)

Característica	valor
Denominación	$f'c=210 \text{ kg/cm}^3$
Asentamiento	3" - 4" (Slump 3,0")
Relación a/c de diseño	0.57
Relación a/c de obra	0.6
Proporción de Diseño	1.0 : 2.24 : 2.86
Proporción de obra	1.0 : 2.27 : 2.88

Fuente: resultado de laboratorio.

Con una resistencia objetivo de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, los parámetros de la Tabla 15 del diseño de la muestra patrón muestran un asentamiento de Slump de 3,0". En cuanto a la proporción real de agua/cemento en la obra, fue de 0,6, mientras que la proporción agua/cemento de diseño se fijó en 0,57.

Tabla 32:

Dosificación del concreto (muestra patrón).

Insumo	En relación a 1m3	Por bolsa de cemento
Cemento sol Tipo I	344 kg	42.50 kg
Agregado fino	780 kg	96.40 kg
Agregado grueso	990 kg	122.3 kg

Agua	205 lt.	25.3 lt/bolsa
------	---------	---------------

Fuente: resultado de laboratorio.

De acuerdo con la Tabla 32, para cada saco de cemento de 42,5 kg se requirieron 96,4 kg de agregado fino, 122,3 kg de agregado grueso y 25 litros de agua en el análisis de laboratorio.

Tabla 33:

Cantidad de Material según Volumen de probeta y molde de vida (Muestra patrón).

Material	cant
Cemento	11kg
Arena	24 kg
Piedra	31 kg
Agua	6 Lt
Densidad	2319 kg/m ³

Fuente: elaboración propia.

Dado el tamaño de la probeta y del molde de viga, elaborado con una dosificación de 31 litros, o 0.031 m³, en la Tabla 17 se calcularon las cantidades de los ingredientes utilizados en la mezcla de concreto para la muestra estándar. Así, en total se utilizaron 11 kg de cemento, 24 kg de agregado fino, 31 kg de agregado grueso y 6 litros de agua.

Tabla 34:

Características para diseño de concreto con adición de 3.3% de fibra de bagazo de caña de azúcar.

Característica	valor
Denominación	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4" (slump 2,0")
Relación a/c de diseño	0.57
Relación a/c de obra	0.6
Proporciones de diseño	1.0 : 2.24 : 2.86
Proporciones de obra	1.0 : 2.27 : 2.88
Aditivo Bagazo de caña	2677.50 gr por bolsa de cemento

Fuente: resultado de laboratorio.

Los atributos del diseño de concreto con una adición del 3,3 % y una resistencia objetivo de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ se muestran en la Tabla 18, donde se obtuvo un asentamiento de Slump de 2,0". La proporción real de agua/cemento en el trabajo fue de 0,6, en comparación con la proporción agua/cemento de diseño de 0,57.

Tabla 35:

Dosificación de diseño de mezcla con adición al 3.3 % de fibra de bagazo de caña de azúcar por m³.

Insumo	En relación a 1m³	Por bolsa de cemento
Cemento sol Tipo I	344 kg	42.50 kg
Agregado fino	780 kg	96.40 kg

Agregado grueso	990 kg	122.3 kg
Agua	205 lt.	25.3 lt/bolsa
Aditivo de bagazo de caña	11.35 kg	2.6775 kg
Densidad	2358 kg/cm2	0

Fuente: resultado de laboratorio.

Según la Tabla 19, para cada saco de cemento de 42,5 kg se necesitaron 2,68 kg de fibra de bagazo de caña de azúcar, 96,4 kg de agregado fino, 122,3 kg de agregado grueso y 25 litros de agua durante las pruebas de laboratorio.

Tabla 36:

Material real del diseño de hormigón con adición de 3,3 % de fibra de bagazo de caña de azúcar.

Material	Cant.
Cemento	11kg
Arena	24.18 kg
Piedra	30.69 kg
Agua	6.35 Lt
Aditivo de Bagazo de Caña	0.35 kg
Densidad	2358 kg/m3

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 20 se presenta el diseño de mezcla utilizado en el laboratorio, que incluyó los siguientes pesos: 350 gramos de fibra de bagazo de caña, 24,8 kg de arena fina, 30,69 kg de piedra, 6 litros de agua y 11 kg de cemento.

Tabla 37:

Características de diseño del concreto que incluye 5,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar.

Característica	valor
Denominación	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4" (slump 2,0")
Relación a/c de diseño	0.57
Relación a/c de obra	0.6
Proporciones de diseño	1.0 : 2.24 : 2.86
Proporciones de obra	1.0 : 2.27 : 2.88
Aditivo Bagazo de caña 2252.50 gr por bolsa de cemento	

Fuente: elaboración propia

La Tabla 37 enumera las propiedades del diseño de la mezcla con una adición del 5,3%, incluyendo la resistencia a la compresión de 210 kg/cm², el asentamiento de Slump de 2,0", la proporción agua/cemento de diseño de 0,57 y la proporción agua/cemento de 0,6.

Tabla 38:

Dosificación del diseño de concreto con 5,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar adicionado.

Insumo	En relación a 1m3	Por bolsa de cemento
Cemento sol Tipo I	344 kg	42.50 kg
Agregado fino	780 kg	96.40 kg
Agregado grueso	990 kg	122.3 kg
Agua	205 lt.	25.3 lt/bolsa
Aditivo de bagazo de caña	18.22 kg	2.6775 kg
Densidad	2337 kg/cm2	0

Fuente: resultados de laboratorio.

Según la Tabla 22, para cada saco de cemento de 42,5 kg se utilizaron 96,4 kg de agregado fino, 122,3 kg de agregado grueso, 25 litros de agua y 2,68 kg de fibra de bagazo de caña de azúcar. Estos resultados fueron obtenidos en el laboratorio para la dosificación del 5,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar.

Tabla 39:

Material real del diseño de hormigón con adición de 5,3 % de fibra de bagazo de caña de azúcar.

Material	Cant.
Cemento	11kg
Arena	24.18 kg
Piedra	30.69 kg

Agua	6.35 Lt
Aditivo de Bagazo de Caña	0.35 kg
Densidad	2337 kg/m ³

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 23 se presentan los pesos reales utilizados en el laboratorio para el diseño del hormigón con una adición del 5,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar, donde se emplearon 11 kg de cemento, 24,8 kg de arena fina, 30,69 kg de piedra, 6 litros de agua y 564 gramos de aditivo de bagazo de caña.

Tabla 40:

Característica correspondiente al diseño de hormigón con adición al 6.3 % de aditivo de bagazo.

Característica	valor
Denominación	f'c = 210 kg/cm ²
Asentamiento	3" - 4" (slump 2,0")
Relación a/c de diseño	0.57
Relación a/c de obra	0.6
Proporciones de diseño	1.0 : 2.24 : 2.86
Proporciones de obra	1.0 : 2.27 : 2.88
Aditivo Bagazo de caña	2677.50 gr por bolsa de cemento

Fuente: resultado de laboratorio.

Los parámetros de diseño de mezcla de la Tabla 24, con una adición del 6,3% de bagazo de caña y una resistencia objetivo de $f'c=210$ kg/cm², resultan en un asentamiento de Slump de 1,5", una proporción agua/cemento de diseño de 0,57 y una proporción agua/cemento de 0,6.

Tabla 41:

Dosificación del diseño del hormigón con adición al 6.3 % de aditivo de bagazo.

Insumo	En relación a 1m ³	Por bolsa de cemento
Cemento sol Tipo I	344 kg	42.50 kg
Agregado fino	780 kg	96.40 kg
Agregado grueso	990 kg	122.3 kg
Agua	205 lt.	25.3 lt/bolsa
Aditivo de bagazo de caña	21.66 kg	2.6775 kg
Densidad	2340 kg/cm ²	0

Fuente: resultado de laboratorio.

Los hallazgos de laboratorio para la dosificación del 6,3% de aditivo de bagazo de caña se presentan en la Tabla 25. Los materiales utilizados fueron los siguientes: por cada saco de 42,5 kilogramos de cemento, 96,4 kg de agregado fino, 122,3 kg de agregado grueso, 25 litros de agua y 2,68 kg de fibra de bagazo de caña de azúcar.

Tabla 42:

Material real del diseño de hormigón aplicando el 6,3 % del aditivo.

Material	Cant.
Cemento	11kg
Arena	24.18 kg
Piedra	30.69 kg
Agua	6.35 Lt
Aditivo de Bagazo de Caña	0.671 kg
Densidad	2340 kg/m ³

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 42 se detallan los pesos reales utilizados en el laboratorio para la construcción de la mezcla, que incluía un 6,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar, además de 11 kg de cemento, 24,8 kg de arena fina, 30,69 kg de piedra, 6 litros de agua y 671 gramos de fibra de caña de azúcar.

Pruebas de resistencia a la compresión.

Tabla 43:

Datos extraídos del ensayo a compresión cumplido los 7 días.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	EDAD días	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm²	ESFUERZO kg/cm²
Nat. 0%	7	149.21	81.79	186
Nat. 0%	7	148.06	81.79	185

Nat. 0%	7	144.08	82.11	179
3.3% Bagazo de Caña	7	152.38	80.52	193
3.3% Bagazo de Caña	7	157.85	81.07	198
3.3% Bagazo de Caña	7	151.21	80.12	192
5.3% Bagazo de Caña	7	103.1	83.08	127
5.3% Bagazo de Caña	7	98.47	81.47	123
5.3% Bagazo de Caña	7	92.41	81.71	115
6.3% Bagazo de Caña	7	95.09	81.71	119
6.3% Bagazo de Caña	7	89.57	81.55	112
6.3% Bagazo de Caña	7	84.88	80.2	108

Fuente: elaboración propia

Los resultados del ensayo de compresión para diferentes diseños de hormigón se detallan en la Tabla 27. La muestra estándar registró una Fuerza Máxima promedio de 147.12 kN y un Esfuerzo de 183.33 kg/cm². En contraste, la adición de un 3,3% de bagazo de caña de azúcar aumentó la Fuerza Máxima promedio a 153.81 kN y el Esfuerzo a 194.33 kg/cm², indicando una mejora en la resistencia. Sin embargo, con una adición del 5,3% y del 6,3% de bagazo de caña de azúcar, ambos casos mostraron una disminución significativa, alcanzando una Fuerza Máxima promedio de 97.99 kN y un Esfuerzo de 121.67 kg/cm². Estos resultados muestran que, mientras que una adición moderada de bagazo de caña mejora la resistencia a la compresión, incrementos mayores en la proporción de adición reducen notablemente la resistencia del material.

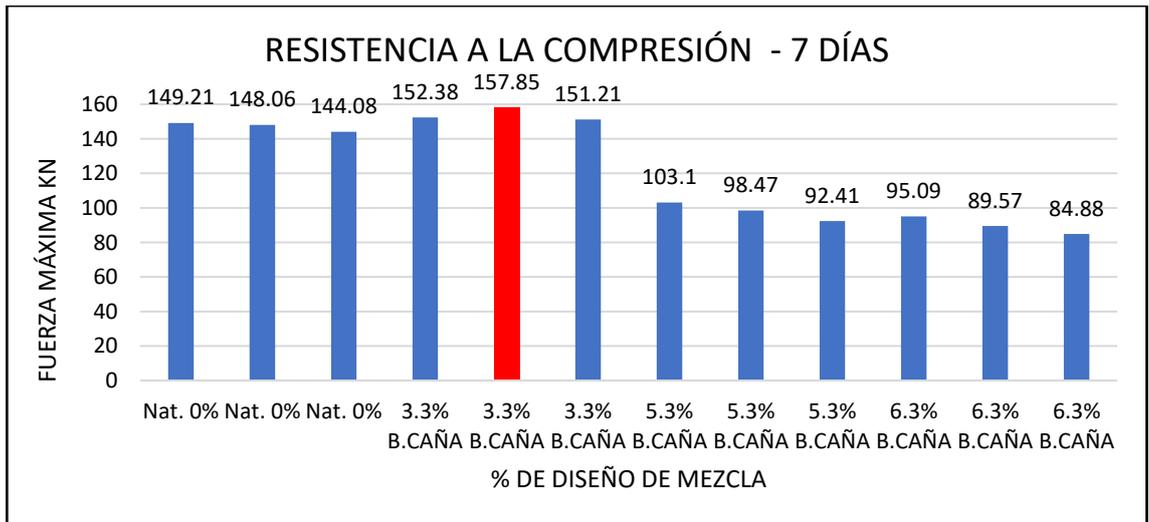


Figura 7. Resistencia a la compresión en 7 días

La Figura 8 ilustra que la adición del 3,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar resultó en la mayor resistencia en comparación con las otras muestras. También se observa que agregar bagazo de caña aumenta la resistencia, pero incrementar la cantidad de bagazo conlleva a una disminución en la resistencia.



Figura 8: Rotura de probetas a los 7 días.

En la Figura 9, se observa la rotura de la probeta con un 6,3% de bagazo de caña de azúcar a la derecha, la cual presentó fallas en los tipos 5 y 3, mientras que la rotura de la probeta natural a la izquierda mostró fallas en los tipos 5 y 2.



Figura 9: Rotura de probetas a los 7 días.

En la Figura 10, se observa un conjunto de especímenes dispuestos para someterse a pruebas de compresión y así determinar la resistencia de los materiales después de siete días. Los especímenes, ubicados cuidadosamente en el fondo de la imagen, representan los componentes fundamentales del estudio de compresión.

Tabla 44:

Datos extraídos del ensayo a compresión cumplido los 14 días.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	EDAD días	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²
Nat. 0%	14	151.94	81.79	189
Nat. 0%	14	161.8	81.79	202
Nat. 0%	14	187.53	81.79	234
3.3% Bagazo de Caña	14	159.08	82.44	197

3.3% Bagazo de Caña	14	157.68	82.11	196
3.3% Bagazo de Caña	14	166.01	81.71	207
5.3% Bagazo de Caña	14	126.88	82.52	157
5.3% Bagazo de Caña	14	90.72	80.83	114
5.3% Bagazo de Caña	14	107.41	82.52	133
6.3% Bagazo de Caña	14	85.87	82.68	106
6.3% Bagazo de Caña	14	85.41	79.96	109
6.3% Bagazo de Caña	14	94.73	81.63	118

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 28 presenta los resultados promedio de la resistencia a la compresión después de 14 días para cada diseño de mezcla. La muestra estándar alcanzó una fuerza máxima promedio de 167,09 KN y un esfuerzo de 208,33 kg/cm². En comparación, al agregar un 3,3% de bagazo de caña de azúcar, el diseño de mezcla obtuvo una fuerza máxima promedio de 106,92 KN y un esfuerzo de 200 kg/cm². Con un 5,3% de adición de bagazo de caña de azúcar, se registraron un esfuerzo de 134,67 kg/cm² y una fuerza máxima promedio de 108,34 KN. Asimismo, el diseño con una adición del 6,3% de bagazo de caña de azúcar mostró una fuerza máxima promedio de 88,67 KN y un esfuerzo de 111 kg/cm².

Estos resultados sugieren que la inclusión de bagazo de caña de azúcar influye notablemente en la resistencia a la compresión. La muestra estándar demostró tener la resistencia más alta, mientras que las mezclas con mayores porcentajes de adición exhibieron una disminución en la resistencia del material.

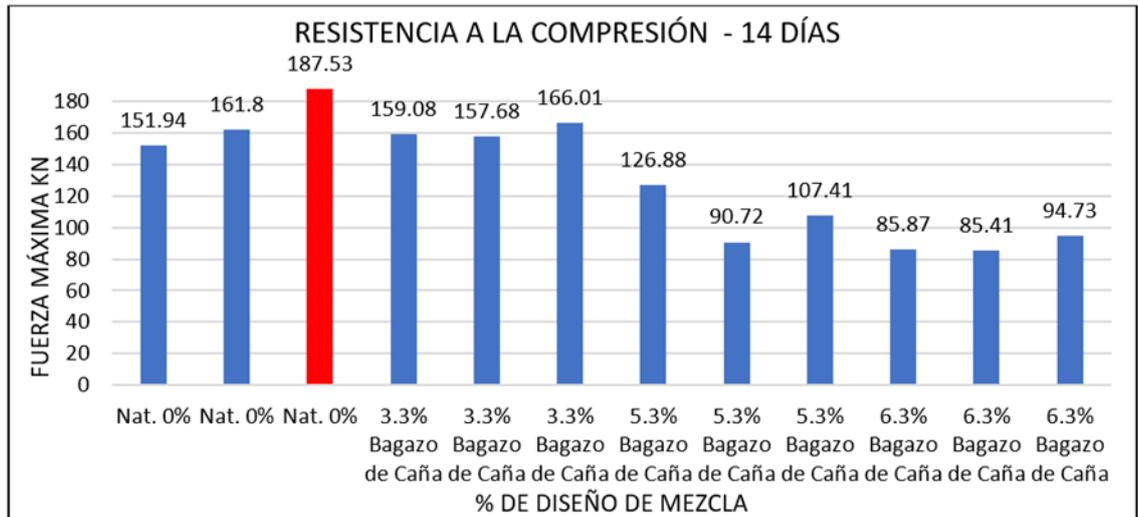


Figura 10. Resistencia a compresión en 14 días.

La Figura 11 ilustra que, tras 14 días de curado, las probetas sin adición de bagazo de caña de azúcar mostraron la mayor resistencia, alcanzando un valor de 187,53 KN. En contraste, las probetas con adición de bagazo de caña de azúcar presentaron una resistencia menor. Adicionalmente, se observó una disminución progresiva en la resistencia al comparar las probetas con una adición de 6,3% de bagazo frente a aquellas con una adición del 5,3%.



Figura 11. Rotura de probetas a los 14 días

La Figura 12 ilustra los especímenes que fueron evaluados a los 14 días para medir su resistencia a la compresión, utilizando una máquina diseñada para determinar los esfuerzos de las muestras. Este gráfico sirve como evidencia visual del análisis realizado.

Tabla 45:

Datos extraídos del ensayo a compresión cumplido los 28 días.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	EDAD días	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2
Nat. 0%	28	161.48	81.23	203
Nat. 0%	28	200.2	79.25	258
Nat. 0%	28	200.1	80.6	253
3.3% Bagazo de Caña	28	198.6	80.75	251
3.3% Bagazo de Caña	28	186.26	81.15	234
3.3% Bagazo de Caña	28	199.4	79.72	255
5.3% Bagazo de Caña	28	133.97	82.52	166
5.3% Bagazo de Caña	28	141.4	80.2	180
5.3% Bagazo de Caña	28	145.18	78.93	187
6.3% Bagazo de Caña	28	100.57	78.7	130
6.3% Bagazo de Caña	28	101.5	77.99	133

6.3% Bagazo de Caña	28	99.06	77.83	130
---------------------	----	-------	-------	-----

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 29 presenta los resultados del ensayo de compresión llevado a cabo después de 28 días, cuyos valores se promediaron para cada diseño de mezcla. Los resultados muestran que la muestra sin bagazo de caña de azúcar registró una Fuerza Máxima promedio de 187,26 KN y un esfuerzo de 238 kg/cm². Por otro lado, la adición de 3,3% de bagazo de caña de azúcar incrementó la Fuerza Máxima promedio a 194,75 KN y el esfuerzo a 246,67 kg/cm². Sin embargo, con una adición del 5,3% de bagazo, la Fuerza Máxima promedio se redujo a 140,18 KN y el esfuerzo a 177,67 kg/cm². Finalmente, la adición del 6,3% de bagazo resultó en una Fuerza Máxima aún menor, de 100,38 KN, con un esfuerzo de 131 kg/cm². Estos hallazgos indican que aunque una pequeña cantidad de bagazo de caña puede mejorar la resistencia a la compresión, incrementar el porcentaje de adición más allá de un cierto punto resulta en una disminución de esta propiedad.

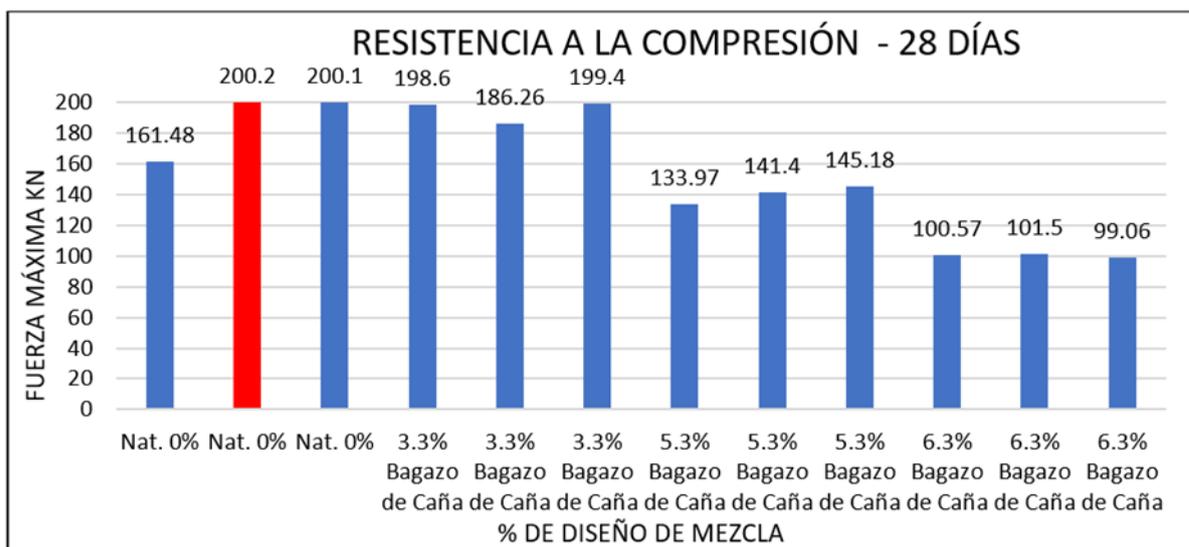


Figura 12. Resistencia a compresión en 28 días.

Después de 28 días, La probeta sin adición de bagazo tuvieron una mejor resistencia, logrando una fuerza máxima de 200,2 KN, como se ilustra en

la figura 13. En cambio, las probetas que tenían añadido bagazo de caña de azúcar presentaron menor resistencia.



Figura 13: Rotura de probetas y flexión de vigas a los 28 días

La Figura 14 muestra las probetas que fueron sometidas a ensayos de resistencia a la compresión y flexión durante 28 días, destacando la importancia de estos hallazgos en la investigación. Las probetas ilustran claramente cómo los diferentes tratamientos afectan las propiedades mecánicas del material.

Tabla 46:

Resumen de resultados de los ensayos a compresión a los 7, 14 y 28 días.

DISEÑO DE MEZCLA	7 DÍAS (kg/cm ²)	14 DÍAS (kg/cm ²)	28 DÍAS (kg/cm ²)
Nat. 0%	186	234	258
3.3% B.CAÑA	198	207	255
5.3% B.CAÑA	127	157	187

6.3% B.CAÑA	119	118	133
-------------	-----	-----	-----

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 30 muestra que la muestra patrón registró la mayor resistencia a la compresión, alcanzando 258 kg/cm². Cuando se examinaron muestras con adiciones de bagazo de caña de azúcar en cantidades de 3,3%, 5,3% y 6,3%, la muestra con una adición del 3,3% de bagazo de caña de azúcar alcanzó un valor que se aproximó considerablemente al más alto registrado por la muestra patrón.

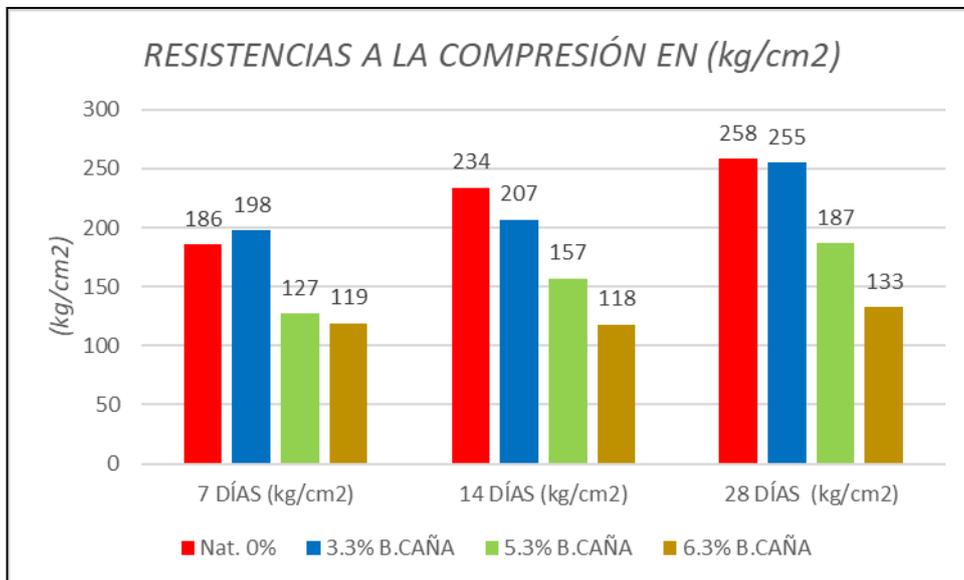


Figura 14. Resultados de ensayos en las tres etapas de análisis.

Los gráficos de barras en la Figura 15 indican que, a los 7 días, las probetas con una adición de 3,3% de bagazo de caña de azúcar mostraron una mayor resistencia. No obstante, a los 14 y 28 días, las probetas sin adición de bagazo de caña de azúcar, referidas como "probetas naturales", exhibieron una resistencia superior.

Tabla 47:

Datos de las pruebas de resistencia a la flexión realizados a los 28 días.

DISEÑO DE MEZCLA	28 DÍAS (kg/cm ²)
------------------	----------------------------------

Nat. 0%	27.3
3.3% B.CAÑA	27.8
5.3% B.CAÑA	24.4
6.3% B.CAÑA	23.8

Fuente: elaboración propia.

Los datos relativos a la resistencia a la flexión después de 28 días están detallados en la Tabla 31. Para la mezcla patrón, el módulo de rotura fue de 27,3 kg/cm². Al añadir un 3,3% de bagazo de caña de azúcar al diseño de mezcla convencional, el módulo de rotura aumentó ligeramente a 27,8 kg/cm². Sin embargo, al incrementar la adición a 5,3%, el módulo de rotura disminuyó a 24,4 kg/cm², y con una adición del 6,3%, se redujo aún más a 23,8 kg/cm².

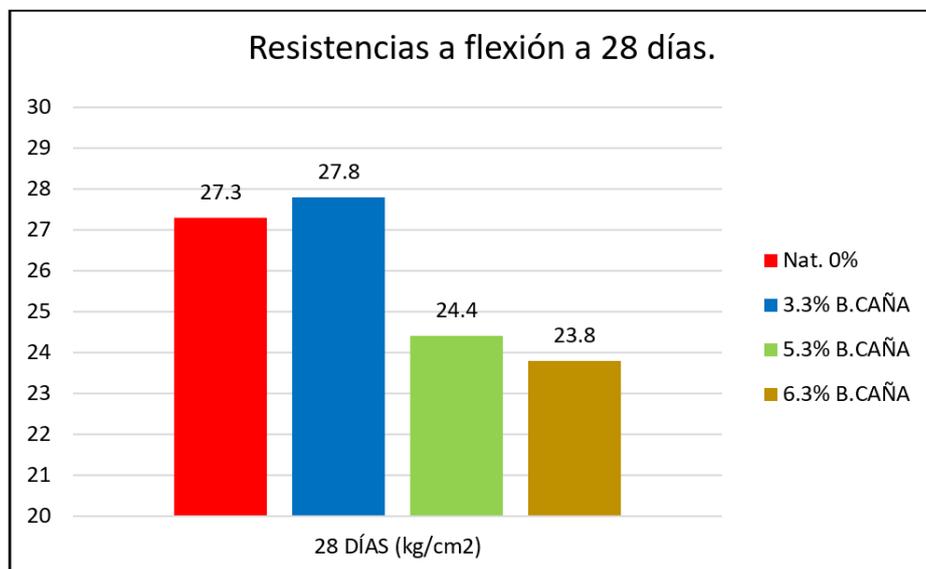


Figura 15. Grafica de Resumen de resistencias a flexión a los 28 días.

La Figura 16 muestra que la probeta con un 3.3% de bagazo de caña de azúcar añadido alcanzó una resistencia a la flexión de 27,8 kg/cm² al cabo de 28 días. Además, se observó que la falla se localizó en el centro de la probeta.

Conteo Vehicular

Para calcular el Índice Medio Diario Semanal (**IMDs**), se sumaron los volúmenes vehiculares diarios (**Vi**) registrados en cada uno de los 7 días y se obtuvo el promedio total. Este índice proporciona una medida representativa del flujo vehicular promedio a lo largo de la semana.

Las estadísticas esenciales para la investigación se levantaron de acuerdo con la información recabada del peaje más cercano, el cual está ubicado en el Variante Pasamayo. El sistema de información geográfica de la (SUTRAN), al que se puede acceder a través de la URL vinculada, es la fuente de donde se obtuvo esta información.

Es fundamental señalar que el peaje en la variante de Pasamayo fue seleccionado como el punto de referencia geográfico más cercano para recabar datos sobre el tránsito vehicular, así como los factores de corrección necesarios para calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDa) y otros parámetros esenciales en el diseño de pavimento rígido.

En resumen, se recurrió al sistema de información geográfica de la SUTRAN como fuente de datos para obtener información detallada sobre el peaje más cercano, ubicado en la variante de Pasamayo. Esta información es crucial para la investigación y el diseño del pavimento rígido en la región de interés.

El Índice Medio Diario Anual (IMDa) se determinó utilizando el Factor de Conversión (F.C) proporcionado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Para vehículos ligeros, se aplicó un F.C de 0,9953, mientras que para camiones grandes se utilizó un F.C de 1,0407. Estos factores se calcularon utilizando los datos recogidos en la caseta de cobro más cercana a la región de estudio.

Basándose en estos cálculos y considerando los resultados obtenidos de la investigación de tráfico, se recomienda un diseño de pavimento rígido que incluya bagazo de caña de azúcar. Este material, derivado de residuos agrícolas, se propone como un aditivo para mejorar la

resistencia, durabilidad y capacidad de carga de la Avenida Héroes de Cenepa. Se ha demostrado que la adición de bagazo de caña mejora significativamente las propiedades del pavimento, contribuyendo a reducir problemas comunes como las grietas y deformaciones. Esta medida no solo optimiza el rendimiento del pavimento sino que también promueve la utilización de materiales sostenibles en la construcción de infraestructura vial.

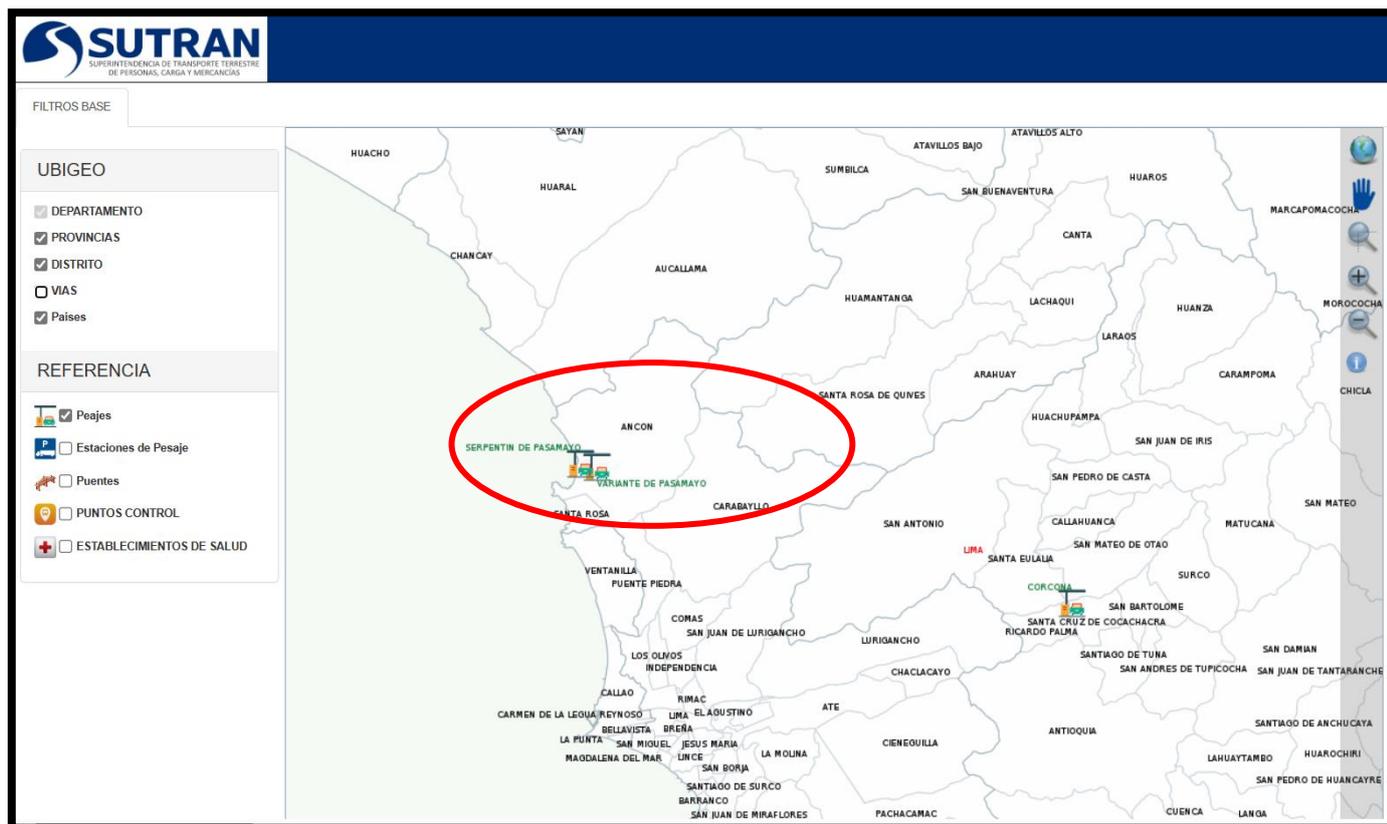


Figura 16: Peaje más cercano.

Fuente: <http://sig.sutran.gob.pe/mapas/mapa.php>

En el estudio realizado, se consideraron los siguientes términos:

Formula: $IMDs = \sum V_i / 7$, donde:

Vi: Habla sobre el volumen de vehículos diarios que se registró en el transcurso de los siete días de análisis.

IMDs: Corresponde al promedio de las matriculaciones de vehículos diarias y semanales durante los últimos siete días, lo que se conoce como índice promedio diario semanal.

Se utilizó el (F.C) de cada tipo de vehículo para generar el (IMDa). Se utilizó un FC de 0,9953 para vehículos pequeños y un FC de 1,0407 para camiones pesados. Estas variables fueron extrapoladas de los datos del peaje más cercano a la región de estudio utilizando información proporcionada por el MTC.

En resumen, en el estudio se tuvieron en cuenta los (V_i) para obtener el (IMDs), y posteriormente se aplicaron los (F.C) correspondientes para calcular el (IMDa). Estos cálculos se basaron en la información obtenida del MTC, específicamente del peaje más cercano.

La fórmula para calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDa) es la siguiente:

$$IMD_a = FC * IMD_s$$

Donde:

FC: Factor de Corrección Estacional, que se utiliza para ajustar el Índice Medio Diario Semanal (IMD_s) en función de las variaciones estacionales del tráfico. Este ajuste permite reflejar más precisamente el volumen de tráfico a lo largo de todo el año.

IMDa: Índice Medio Diario Anual, que representa el promedio diario del volumen vehicular a lo largo de un año, tomando en cuenta el Factor de Corrección Estacional (FC).

Para este estudio, se aplicó el FC para corregir el IMDs y obtener el IMDa. Para vehículos livianos se utilizó un FC de valor X, mientras que para vehículos pesados se empleó un FC de valor Y. Estos valores se obtuvieron considerando la información pertinente proporcionada por la fuente relevante del estudio.

Se tuvo en cuenta el (FC) para calcular (IMDa), la cual representa el promedio diario del volumen vehicular a lo largo de un año, ajustado por las variaciones estacionales. Estos cálculos se basaron en los valores específicos del FC y en la información relevante del estudio.

Se utilizó la terminología prevista en el Reglamento Nacional de Vehículos, tal como se describe en el documento de Diseño Geométrico (DG-2018), para distinguir entre vehículos pesados y livianos. El propio Reglamento sirvió de base para esta definición.

De acuerdo con esta normativa, se definen como transportes ligeros los pertenecientes a las categorías L, en donde se consideran a los vehículos con menos de cuatro ruedas, y categorías M1, siendo considerados a todos los automotores de cuatro ruedas de al menos ocho asientos, excluido el del conductor, y tienen como fin el transporte de personas).

Los vehículos pesados se clasifican en las siguientes categorías según el Reglamento Nacional de Vehículos, como se detalla en el documento de Diseño Geométrico (DG-2018):

Categoría M: Vehículos de motor de cuatro ruedas, diseñados y construidos principalmente para el transporte de personas, con excepción de aquellos clasificados en la categoría M1.

Categoría N: Vehículos de motor de cuatro ruedas o más, específicamente diseñados y construidos para el transporte de mercancías.

Categoría O: Incluye remolques y semirremolques.

Categoría S: Combinaciones especiales de vehículos de las categorías M, N y O.

Este reglamento es fundamental para diferenciar entre vehículos livianos y pesados en el proceso de diseño y construcción de pavimentos rígidos. La clasificación permite una evaluación más precisa de las cargas vehiculares que influirán en la estructura y durabilidad del pavimento.

Tabla 48:

Cantidad de Vehículos – Conteo Vehicular

DIA	SENTIDO	CATEGORÍA L					CATEGORÍA M			CATEGORÍA N			CATEGORÍA O				TOTAL
		L1	L2	L3	L4	L5	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	O4	
DIAGRAMA DE VEHICULO																	
23/04/2023	N→S			1		11	5	1		1	1						20
24/04/2023	N→S	8	10	5	7	14	8	7	11	11	8	4	9	8	9	8	127
25/04/2023	N→S	9	11	8	7	11	8	10	8	10	5	8	10	5	6	9	125
26/04/2023	N→S	8	7	7	9	10	15	10	7	9	9	10	6	9	9	11	136
27/04/2023	N→S	10	9	8	6	13	9	8	6	7	12	8	6	6	8	5	121
28/04/2023	N→S	14	7	10	9	12	13	11	7	8	8	8	8	7	5	10	137
29/04/2023	N→S	8	8	8	11	5	10	12	12	9	11	3	10	4	9	4	124
IDMs	N→S	57	52	47	49	76	68	59	51	55	54	41	49	39	46	47	790
IMDa	N→S	56.73	51.76	46.78	48.77	75.65	67.68	61.40	53.08	57.24	56.20	42.67	51.00	40.59	47.87	48.92	1560
2023	N→S	57	52	47	49	76	68	61	53	57	56	43	51	41	48	49	2993

Fuente: elaboración propia.

Referente a la **Tabla 1Tabla 48**, para determinar el IMDs, se procedió a realizar la adición de la cantidad de vehículos diarios obtenidos durante el período de conteo, dividiendo la suma entre 7 días. Un total de 808 vehículos, incluidos vehículos livianos y pesados, considerados como IMD para esta investigación.

A continuación, se calculó el IMDa para el año 2023 y se proyectó a un periodo de 20 años. El IMDa proyectado resultó en un valor de 878 vehículos.

Luego se calculó y extrapolo el IMDa para el año 2023 durante un período de 20 años. Se valoraron 878 automóviles como resultado del IMDa proyectado.

Se empleó la siguiente fórmula para calcular el tráfico proyectado:

$$T_n: T_0 * (1 + r)^n$$

Dónde:

T_n : Tráfico proyectado

T_0 : Tráfico actual.

n : Número de años del periodo de diseño.

r : Tasa de Crecimiento Anual del Tráfico.

Esta fórmula permite estimar el tráfico proyectado (T_n), a partir del tráfico actual (T_0), aplicando la tasa anual de crecimiento (r) y considerando el número de años del periodo de diseño (n).

En resumen, el IMDs se calculó mediante la suma de los volúmenes vehiculares diarios divididos entre 7. Luego se determinó el IMDa para 2022 y se extrapolo 20 años hacia adelante. Se utilizó una fórmula que tiene en cuenta el tráfico actual, el porcentaje de crecimiento cada año y la etapa de diseño para calcular el crecimiento del tráfico.

- Sentido de Flujos Vehiculares

Junto con el conteo de vehículos, se realizó un análisis exhaustivo de los patrones de flujo de tráfico de la Avenida Héroes de Cenepa. Para ello, es necesario identificar la dirección principal en la que circulan los vehículos en la carretera y considerar cómo este flujo puede afectar el diseño y la planificación del pavimento rígido.

Evaluación de costos.

Tabla 49:

Evaluación de costos de pavimento rígido sin bagazo de caña (izquierda)

Materiales	soles/m3
Cemento	290.5
Agregados (arena, grava)	72.5
Agua	12.5
Refuerzo (si se requiere)	23
Mano de obra	20
Equipos y herramientas	22.5
Otros gastos indirectos	11.5
Total	452.5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 50:

Evaluación de costos de pavimento rígido con bagazo de caña

Materiales	soles/m3
Cemento (reducido debido a la adición de bagazo de caña)	208.5

Bagazo de caña	9.8
Agregados (arena, grava)	72.5
Agua	12.5
Refuerzo (si se requiere)	23
Mano de obra	20
Equipos y herramientas	22.5
Otros gastos indirectos	11.5
Total	380.3

Fuente: elaboración propia.

Conforme a lo presentado en la **Tabla 49** y la **Tabla 50**, se observa que la incorporación de fibra de bagazo de caña de azúcar contribuye a una reducción en el costo total de materiales. Esto se refleja en que el metro cúbico de pavimento rígido que incluye bagazo de caña de azúcar resulta ser menos costoso en comparación con el concreto sin adición de este material.

V. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue evaluar cómo la incorporación de bagazo de caña de azúcar afecta la creación de pavimento rígido en la Avenida Héroes del Cenepa, con el fin de mejorar la transitabilidad. Los resultados demostraron que, mientras las adiciones de 5,3% y 6,3% de bagazo disminuyeron la resistencia, la adición de 3,3% mejoró la resistencia a la compresión en comparación con la muestra patrón. Además, esta misma proporción proporcionó la máxima resistencia a la flexión.

En referencia a un estudio anterior realizado por Huertas y Martínez (2019), se dedujo que la concentración óptima de fibra de bagazo de caña de azúcar que cumple con los requisitos mínimos de resistencia a la compresión es del 0.6% para mezclas de concreto de 3000 psi. Los ensayos confirmaron la hipótesis de que el diseño de pavimento rígido mejorado con bagazo de caña de azúcar incrementa la transitabilidad. La adición de un 3,3% de bagazo resultó en un hormigón significativamente más fuerte comparado con la muestra estándar, lo que sugiere que el pavimento infundido con bagazo de caña puede soportar mejor las cargas y el tráfico vehicular. Adicionalmente, la mezcla con la mayor resistencia a la flexión contenía un 3,3% de bagazo, lo que indica una mayor capacidad para resistir esfuerzos y deformaciones bajo carga. Estos hallazgos apoyan la afirmación de que incluir bagazo de caña de azúcar en el diseño de pavimentos rígidos mejora significativamente la transitabilidad, ofreciendo una superficie más resistente y duradera para los vehículos.

Para evaluar el impacto de incorporar bagazo de caña de azúcar en el hormigón, el primer objetivo específico fue llevar a cabo un ensayo de resistencia a la flexión para determinar el módulo de rotura. Según Miranda (2021), se encontró que la adición de fibras naturales como el bagazo de caña de azúcar a la mezcla reduce la resistencia a la flexión del concreto. Sin embargo, esta adición mejora las condiciones del

concreto tras la fisuración, debido a la mejor adherencia de las fibras, lo que ayuda a prevenir fallos repentinos.

Además, los estudios indican que el concreto reforzado con fibras sintéticas exhibe una mayor resistencia a la flexión en comparación tanto con el concreto convencional como con el concreto reforzado con fibras de bagazo de caña. Los resultados del ensayo de resistencia a la flexión realizado en la Avenida Héroes de Cenepa confirman la hipótesis inicial de que la adición de bagazo de caña afecta positivamente la rigidez del pavimento.

Por lo tanto, se concluye que el objetivo de determinar la influencia del bagazo de caña en el hormigón a través del ensayo de resistencia a la flexión se ha logrado y está bien fundamentado por la teoría presentada por Miranda. Estos hallazgos corroboran la teoría propuesta sobre el impacto positivo de la inclusión de fibra de bagazo en el diseño de pavimentos rígidos, especialmente en términos de resistencia a la flexión y comportamiento post-fisuración.

De acuerdo con el segundo objetivo específico, que plantea que el diseño de infraestructura vial en la Avenida Héroes de Cenepa mejora con la inclusión de bagazo de caña, los hallazgos de laboratorio revelaron que las muestras patrón de concreto alcanzaron una resistencia a la flexión de 27,3 kg/cm². En contraste, las muestras de hormigón con un 3,3% de adición de bagazo de caña de azúcar mostraron una ligera mejora en la resistencia a la flexión, alcanzando 27,8 kg/cm². Sin embargo, las muestras con adiciones mayores de 5,3% y 6,3% registraron valores de resistencia inferiores.

Adicionalmente, según Capelo y Molina (2022), en ensayos de flexión realizados en vigas con una resistencia inicial de $f'_c=300$ kg/cm² y una adición de 3% de fibra de bagazo de caña de azúcar, se obtuvieron resistencias de 38.30 kg/cm² y una resistencia promedio de 35.67 kg/cm², lo que indica una reducción del 22.34% y del 23.23%, respectivamente.

Estos valores también disminuyeron cuando la proporción de aditivo se incrementó a 5% y 6% de bagazo de caña de azúcar.

En resumen, estos hallazgos confirman que, mientras que la adición de hasta un 3,3% de fibra de bagazo de caña de azúcar puede ser beneficiosa, aumentar la cantidad de fibra más allá de este porcentaje resulta en una disminución de la resistencia a la flexión del concreto. Esto respalda la idea de que incluir bagazo de caña de azúcar en proporciones adecuadas puede ser ventajoso para la construcción de infraestructuras viales, siempre y cuando se mantenga dentro de límites óptimos.

En el tercer objetivo específico se propuso analizar los costos implicados en la adición de fibra de bagazo de caña al pavimento rígido. Según un estudio de Balladares y Ramírez (2020), el costo de fabricación de un metro cúbico de concreto con ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y una resistencia de 210 kg/cm² es de S/289.21. Además, el bagazo de caña, siendo un subproducto agrícola, se puede obtener localmente a un costo relativamente bajo, lo que reduce la dependencia de materiales más costosos y la necesidad de transporte a larga distancia.

El uso de bagazo de caña como aditivo al cemento convencional también permite disminuir la cantidad de cemento requerida en la mezcla, lo que representa un ahorro adicional en los costos de materiales. En términos de costos totales, los resultados de la investigación indican que en el año 2023, el costo por metro cúbico de concreto con adición de bagazo de caña era de S/.380.30, comparado con S/.452.50 para el concreto sin adición de bagazo, evidenciando así que el concreto con bagazo de caña es más económico. Por lo tanto, el análisis de costos confirma la hipótesis de que la inclusión de fibra de bagazo de caña tiene un impacto positivo en la reducción de costos de fabricación del concreto.

El cuarto objetivo específico de este estudio fue evaluar la influencia de la incorporación de bagazo de caña al hormigón mediante pruebas de compresión. Los ensayos realizados en el laboratorio revelaron que las probetas de hormigón con una resistencia inicial de $f'c=210$ kg/cm² podían

aumentar su resistencia a la compresión al séptimo día añadiendo un 3,3% de bagazo de caña de azúcar. Sin embargo, la resistencia disminuyó cuando el porcentaje de adición se incrementó a 5,3% y 6,3%.

De acuerdo con un estudio previo de Capelo y Molina (2022), la adición de un 3% de fibra de bagazo de caña de azúcar elevó la resistencia a la compresión hasta 215,62 kg/cm² para una probeta de 300 kg/cm², siendo 208,13 kg/cm² la resistencia media observada. En contraste, los ensayos que incluyeron un 5% y un 6% de fibra de bagazo de caña de azúcar mostraron reducciones significativas en la resistencia, del 40,49% y 60,96%, respectivamente.

En conclusión, estos resultados confirman la hipótesis de que la adición de bagazo de caña de azúcar influye en la resistencia a la compresión del hormigón. Mientras que una adición del 3,3% de bagazo de caña muestra un efecto beneficioso, aumentando la resistencia, adiciones superiores al 3,3% resultan en una disminución notable de la misma. Esta información es crucial para optimizar el uso del bagazo de caña en la fabricación de concreto, especialmente en aplicaciones de pavimento rígido.

VI. CONCLUSIONES

1. Se observó que la resistencia a la flexión aumentó en un 1,83% al añadir un 3,3% de bagazo de caña de azúcar a la muestra en comparación con la muestra patrón. Sin embargo, incrementar la proporción de bagazo al 5,3% y al 6,3% resultó en una disminución de la resistencia a la flexión de un 10,62% y un 12,82%, respectivamente. Estos resultados sugieren que exceder el 3,3% de bagazo de caña en la mezcla de hormigón reduce su resistencia a la flexión.
2. La inclusión de fibra de bagazo de caña de azúcar en el diseño de infraestructuras viales, como en el caso de la Avenida Héroes de Cenepa, Jicamarca Anexo 22, ha demostrado ser una estrategia eficaz, mejorando significativamente la solidez y calidad de las vías. Utilizando este subproducto de la industria azucarera como aditivo en el pavimento rígido, se ha incrementado la capacidad de carga y la resistencia a la flexión del hormigón, mejorando sus propiedades mecánicas. Además, el bagazo de caña de azúcar contribuye a reducir la formación de grietas en el pavimento, prolongando su vida útil y minimizando los costos de mantenimiento.
3. El análisis de costos revela que la incorporación de bagazo de caña en pavimentos rígidos permite un ahorro del 18,28% por metro cúbico en comparación con pavimentos rígidos sin este aditivo. Sin embargo, es importante destacar que no se evaluaron los costos de transporte del aditivo a la obra, lo que podría influir en la conveniencia del uso del bagazo de caña en ciertos casos. A pesar de esta consideración, utilizar bagazo de caña como aditivo en la construcción permite reducir el porcentaje de concreto necesario en la obra, lo que no solo genera ahorros económicos, sino que también resulta beneficioso desde una perspectiva ambiental al contribuir a la reducción de la contaminación.
4. Los ensayos de compresión realizados en las probetas a los 7 días demostraron que la adición de un 3,3% de bagazo de caña de azúcar puede incrementar la resistencia a la compresión. Concretamente, esta dosificación aumentó la resistencia en un 6,45% en comparación con la muestra patrón, que registró una resistencia de 186 kg/cm². Sin

embargo, la resistencia disminuyó significativamente, en un 31,72% y un 36,02%, cuando se añadió un 5,3% y un 6,3% de bagazo, respectivamente. Adicionalmente, los resultados indicaron que la adición de bagazo de caña de azúcar no afectó perceptiblemente la resistencia a la compresión en las probetas ensayadas a los 14 o 28 días.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda considerar los hallazgos de esta tesis para determinar la cantidad óptima de fibra de bagazo de caña en aplicaciones de hormigón que requieran alta resistencia a la flexión.
2. Se aconseja el uso de fibra de bagazo de caña de azúcar en el diseño de infraestructuras viales, dado que ha demostrado mejorar significativamente el concreto para pavimentos rígidos, ofreciendo una solución sostenible y eficaz para las necesidades de la Avenida Héroes de Cenepa.
3. Se sugiere implementar estrategias que promuevan el uso de aditivos como la fibra de bagazo de caña en construcciones industriales, tanto para lograr beneficios económicos como para incentivar prácticas de construcción más sostenibles.
4. Para mejorar la resistencia a la compresión del hormigón, se recomienda incorporar bagazo de caña de azúcar en la dosificación adecuada, que en este estudio es inferior al 3,3%. Es crucial tener en cuenta que un exceso de aditivo puede reducir la resistencia del concreto.

REFERENCIAS

- NITRO. PE, 17. 2020. Casi todos los distritos de lima tienen pistas en mal estado. [En línea] 2020. [Citado el: 23 de abril de 2022.] Disponible en: <https://www.nitro.pe/el-urbano/casi-todos-los-distritos-de-lima-tienen-pistas-en-mal-estado.html>.
- GESTION, 25. 2018. Censo 2017: ¿Cuáles son los distritos más poblados a nivel nacional?. [En línea] 2018. [Citado el: 25 de junio de 2018.] Disponible en: <https://gestion.pe/economia/censo-2017-son-distritos-poblados-nivel-nacional-236829-noticia/>.
- CAPELO SALAZAR, Christopher y Molina Román, Paul. 2022. Diseño de Hormigón $f'c=300$ kg/cm² utilizando cemento portland con adición de bagazo de caña en estado natural para el uso en pavimento rígido. Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2022.
- ARAUJO BARON, Yenifer y Rodríguez Cruz, Cesar Eduardo. 2019. Evaluación de Biomasa de Ceniza de Bagazo de Caña Como Una Alternativa Sostenible Para la Estabilización de Una Base Granular. Ibagué. Universidad Cooperativa de Colombia, 2019.
- HUERTAS ALARCÓN, Lizeth Yuriana y Martínez Celis, Paola Andrea. 2019. Análisis de Las Propiedades Estructurales del Concreto Modificado con La Fibra De Bagazo De Caña. Bogotá. Universidad Católica de Colombia, 2019.
- MIRANDA ESPITIA, Angélica Noelia. 2021. Comportamiento Mecánico del Concreto con Adición de Fibras Naturales (Bagazo de Caña) y Fibras Sintéticas (Polipropileno). Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada, 2021.
- BARRANTES GUTIÉRREZ, Richard Wilson. 2021. Diseño y evaluación de ladrillos de concreto $f'c = 210$ Kg/cm² adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Lima 2021. Lima. Universidad César Vallejo, 2021.
- CALERO MULATILLO, Milton Jair. 2021. Estabilización de la sub rasante utilizando cenizas de bagazo de caña en la Av. Los Alisos Distrito de Oquendo - Callao, 2021. Lima. Universidad César Vallejo, 2021.

- CASTRO DELGADILLO, Nelvin José. 2021. Ampliación y Diseño del Pavimento Rígido Empleando Bagazo como Aporte a la Resistencia del Pavimento, Avenida Hermanos Vargas, Longar 2021. Lima. Universidad César Vallejo, 2021.
- MEZA QUISPE, Arthur Pierre Stefano. 2020. Determinación de la resistencia residual de pavimentos rígidos reforzados con fibra de bagazo de caña de azúcar y caña guadua, Lima 2019. Lima. Universidad César Vallejo, 2020.
- ZAPATA CAJÁN, Gregori. 2021. Diseño de mezcla de concreto con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) para mejorar la resistencia a compresión, Chongoyape, Lambayeque. Chiclayo. Universidad César Vallejo, 2021.
- SALA SOLORZANO, Elmer Julio y Pinedo Infantes, Adrián Jesús. 2018. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de sub rasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018. Chimbote. Universidad César Vallejo, 2018.
- SANCHEZ MESTANZA, Lady y Torres Pajuelo, Zerpa Menem. 2019. Diseño Sismorresistente en una Edificación Apartada Aplicando Fibras de Bagazo de Caña de Azúcar en Jicamarca Anexo 8, Huarochirí, 2019. Lima. Universidad César Vallejo, 2019.
- MOLINA, L. y ESPAÑA, C. Evaluación de la resistencia de una mezcla de concreto, al adicionarle fibra natural tipo bagazo de caña panelera generada en el departamento de Nariño [en línea]. Tesis para obtener el título en ingeniería civil e ingeniería ambiental. Nariño: Universidad de Nariño, Colombia, 2013. p.30 [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89724.pdf>
- KANNUR, BHUPATI, CHORE, HEMANT. 2021. Utilización de cenizas de Bagazo de Caña de Azúcar, como materiales de reemplazo de cemento para pavimentos de concreto. Revista Científica EBSCO.
- DEWI, Y S, WIJAYANTI, H, LESTARI, R A, NATA, I F. 2020. Preparación de biocompuestos de nanopartículas magnéticas utilizando como matriz

- Fibras de cascarilla de arroz y Bagazo de caña de azúcar. Revista Científica Proquest.
- YU, ZENGCHENG, XIAO, YUQIN, TIAN, HUAFENG, LIU, SHILIN, ZENG, JIAN, LUO, XIAOGANG. 2019. Bagazo como relleno funcional para mejorar y controlar la biodegradabilidad de espumas rígidas de poliuretano a base de aceite de soja. Revista Científica EBSCOhost.
 - MORALES, Belén Maria Paricaguan, CUEVAS, José Luis Muñoz. Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. Revista Ingeniería UC, 2019, vol. 26, no 2, p.202- 212.
 - RUIZ, Andrés Felipe, et al. Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto. Sostenibilidad. Tecnología y Humanismo. 2020, vol.11, no 2, p. 8- 17.
 - ESPINOZA CARVAJAL, Marlon Jonathan. Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. 2015.
 - Lima, Universidad Cesar Vallejo.
 - FARFAN CORDOVA, Marlon Gastón, PASTOR SIMON, Hary Hernando. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. Revista de Investigación y Cultura- Universidad Cesar Vallejo, 2018.
 - BALLADARES URIARTE, Jerry Jefri Luis, RAMIREZ VILLACORTA, Yessebel Karolina. Diseño de Concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión. Tarapoto 2020. Universidad Cesar Vallejo, 2020.
 - JULIAN Ricardo, Maria Caridad, RAMOS SANCHEZ, Luis BELTRAN. Optimización del proceso de enriquecimiento proteico del bagazo de caña de azúcar. Tecnología Química, 2015, vol. 35, no 1, p. 98- 109. Revista Científica- SCIELO.
 - POZO GARCIA, Clara Pamela. Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de Bloques Ecológicos para Mampostería Liviana. 2012. Revista Científica- DSPACE.

- Valencia, G., et al. Estudio de durabilidad y corrosión en morteros armados adicionados con toba volcánica y ceniza de bagazo de caña de azúcar. Revista de la Construcción, 2012 – SCIELO
- CAMARGO MACEDO, AM PEREIRA, JL, AKASAKI. Rendimiento de morteros producidos con la incorporación de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Revista Ingeniería de Construcción- 2014. SCIELO. CL
- CALDERON PELAEZ, SI MARTINEZ CABRERA. Influencia del tamaño de partículas y del porcentaje de Reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) por cemento portland tipo I sobre la resistencia a la compresión, actividad puzolánica, y reactividad álcali- sílice en Morteros modificados. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. 2017. DSPACE.
- CARUT, Claudia Y ZAPPETTINI MARÍA. Google Earth una herramienta para la enseñanza [en línea] La Plata: UNLP, 2009 [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2023]. Disponible en https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.837/ev.837.pdf.
- ABANTO PECHE, Wilmer Alexander. Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, calle Aminco, Huacho 2020. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021.
- AGUILAR Ascarza, Gerardo F. y SERNANDES Monzón, Kheytilin Audée. Adición de ceniza de bagazo de caña y panca de maíz para mejorar las propiedades mecánicas concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Abancay -2021. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022.
- ANGULO Velásquez, Milagro G. y BELTRAN Robles, Neil Brayan. Efecto de la Ceniza del Bagazo de la Caña de Azúcar en la Remoción de Plomo, Aija, 2022. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022.
- BRICEÑO Chumpitaz, Jhon B. y PAREDES Diaz, Luis A. Mejoramiento de la subrasante Avenida San Diego adicionando Policloruro de vinilo y ceniza caña de azúcar reciclado, Carabayllo 2022. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022.

- DETÁN Ibáñez, Luis E. Influencia de la fibra del bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en Chimbote - 2016. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2019.
- KAMIYAMA Tella, Sandra H. Análisis comparativo de adobe reforzado con bagazo de caña de azúcar, según el tipo de suelo, en Pascona – La Libertad. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021.
- LLACSAHUANGA Criollo, Heidie F. y PURIZACA Gallo, Candy S. Diseño de Mezcla de Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Adicionando Ceniza de Bagazo de la Caña de Azúcar, Piura – 2021. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021.
- LLANOS Chávez, Arnulfo y QUISPE Rodríguez, Fernando R. Estabilización de subrasante incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar en camino vecinal Simbal – Chual, Trujillo 2022. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022.
- MARIN Viela, Anthony R. y MARTINEZ Salinas, Evelyn. Estabilización de la subrasante del suelo del A.H. Sánchez Milla con ceniza de bagazo de caña de azúcar, con fines de pavimentación, distrito de Nuevo Chimbote, Ancash – 2021. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022.
- OCHOA Bustamante, Rubén y VALLEJOS Constantino, Nilson. Diseño de una concreto de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, con incorporación de ceniza de bagazo de caña para mejorar la resistencia a compresión, Moyobamba, 2021. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021.
- TORRES Machado, Luis A. y MUÑIZ Paucarmayta, Abel A. Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificado con cenizas de bagazo de uva aplicado en pavimentos rígidos, Subtanjalla, Ica 2022. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima Norte: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022.

- MENDOZA Huatay, María L. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON TRES PORCENTAJES (0.5%, 1.0% Y 2.5%) DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de ingeniería, 2018.

ANEXOS

ANEXOS 1:

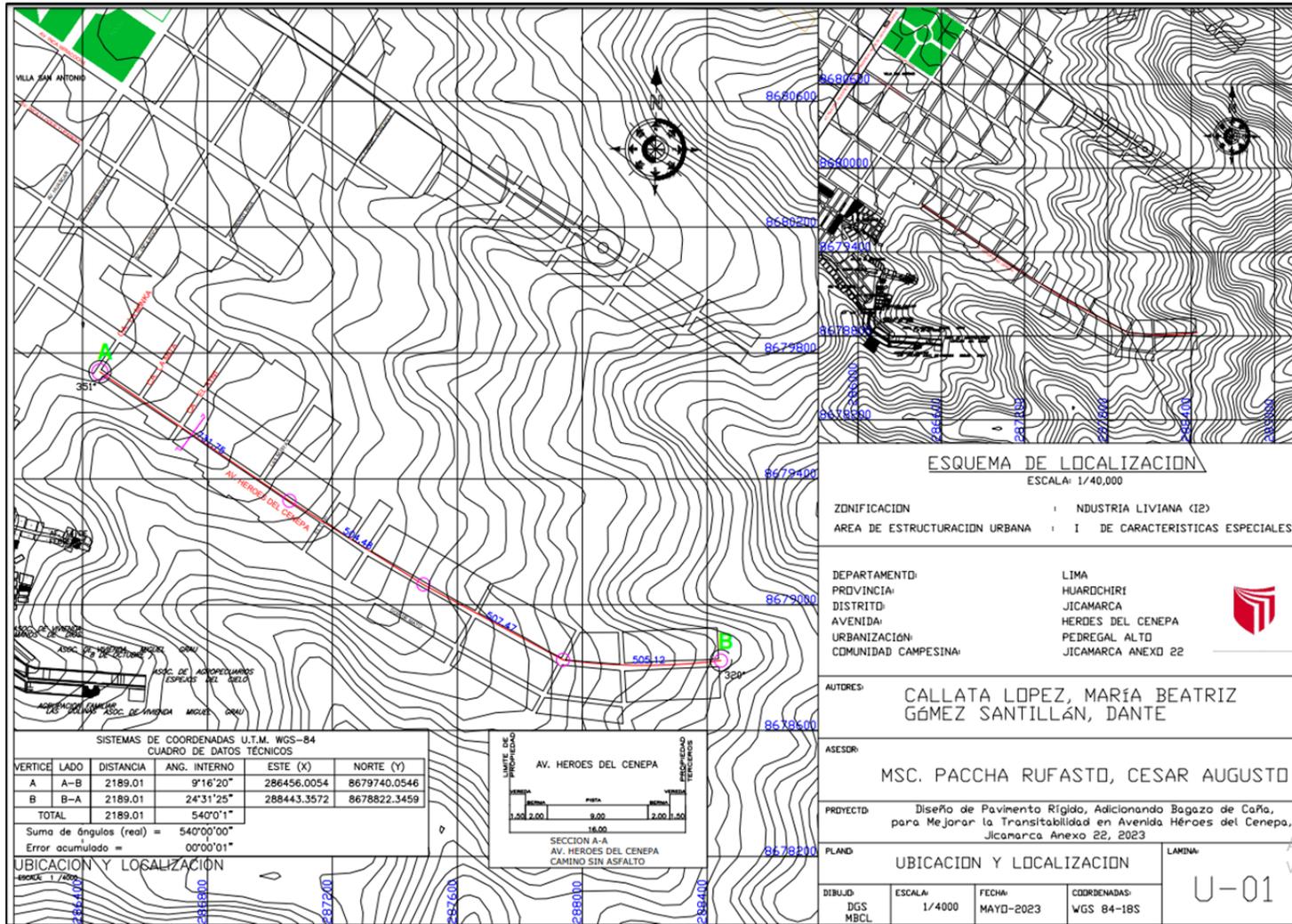
MATRIZ DE CONSISTENCIA - TÍTULO: “Diseño de Pavimento Rígido, Adicionando Bagazo de Caña, para Mejorar la Transitabilidad, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023”

MATRIZ RELACIONAL						MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN		
Formulación del Problema General	Objetivo General	Definición Operacional	Hipótesis General	Variable	Definición Conceptual	VARIABLE 1 (INDEPENDIENTE)		
						DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
¿De qué manera la adición de Bagazo de Caña influye en el diseño de pavimento rígido para mejorar la Transitabilidad, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?	Evaluar de qué manera el Bagazo de Caña influye en el diseño del Pavimento rígido para mejorar la transitabilidad, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023	La fibra Vegetal de bagazo de caña de azúcar, es un material Lignocelulósico que se obtiene en los centrales azucareros después de la extracción de Jugo de Caña.	El diseño de pavimento rígido adicionando Bagazo de Caña mejoraría la transitabilidad, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023	Bagazo de Caña de Azúcar.	Según Narváez (2017), el Bagazo es el remanente sólido de materia resultada de la compresión de la fibra de Caña, se ha demostrado que sirve como fibrorefuerzo en el hormigón.	Dosificación por peso de muestra.	El porcentaje de adición de fibra de bagazo de Caña: 0.0%, 3.3%, 5.3% y 6.3%	Batea. Trompo mezclador. Cono de Abrams Probetas de Hormigón
Formulación de los Problema Específicos	Objetivos Específicos	Definición Operacional	Hipótesis Específicos	Variable	Definición Conceptual	VARIABLE 2 (DEPENDIENTE)		
						DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
¿De qué manera repercute la resistencia a Flexión adicionando Bagazo de Caña en el concreto, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?	Determinar la influencia de la incorporación del Bagazo de Caña en el concreto a través de ensayo de resistencia a Flexión en la Avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2022.	Tienen una larga duración ya que está compuesto por concreto teniendo un costo mayor, que los pavimentos flexibles.	El diseño de pavimento rígido adicionando Bagazo de Caña mejoraría la resistencia a Flexión, Avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2022.	Diseño de Pavimento Rígido.	Según (Carlos 2017); está compuesto por losas de concreto hidráulico, soporta esfuerzos mayores que los pavimentos flexibles.	Clasificación SUCS y AASHTO.	Granulometría, L. líquido y L. plástico, contenido de Humedad.	
¿De qué manera se mejorará la infraestructura vial, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?	Mejorar el diseño de Infraestructura vial, Avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2022.		El diseño de pavimento rígido adicionando Bagazo de Caña mejorará la infraestructura vial, en la Avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2022.			CBR.	Proctor Estándar.	
¿DE qué manera el diseño de pavimento rígido adicionando Bagazo de Caña, será menos costoso, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?	Evaluar los gastos económicos del pavimento rígido adicionando Bagazo de Caña, Avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2022.		El diseño de pavimento rígido adicionando Bagazo de Caña será menos costosa, Avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2022.			Conteo Vehicular.	Índice Medio diario	
¿De qué manera repercute la resistencia a compresión adicionando Bagazo de Caña en el concreto, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023?	Determinar la influencia de la incorporación del Bagazo de Caña en el concreto a través de ensayo de resistencia a compresión en la Avenida Central, San Juan de Lurigancho, 2022.					Durabilidad.	Ensayo de compresión Axial y ensayo de flexión	

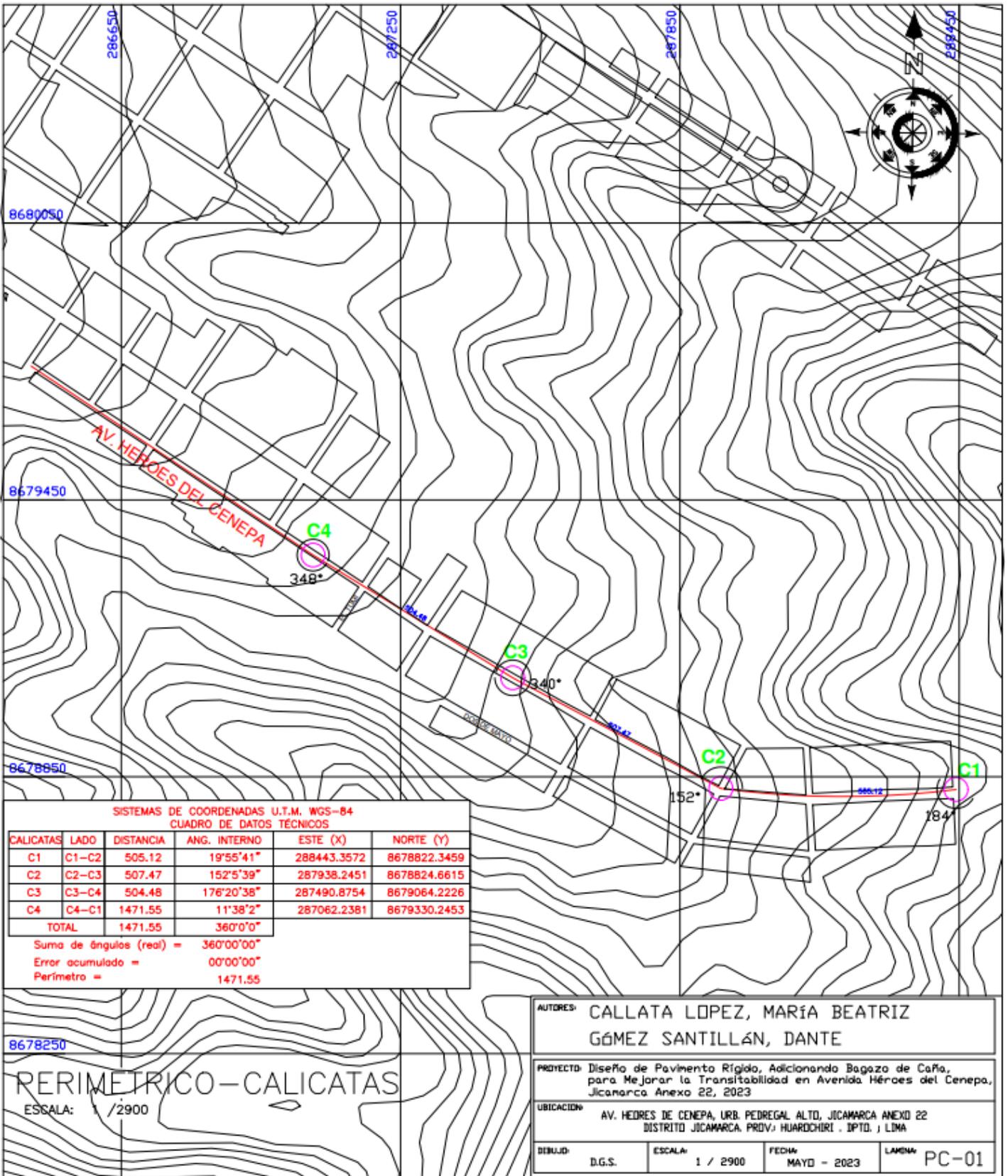
Anexo 2: Operacionalización de variable

Cuadro de Operacionalización de Variable					
Tesis:	Diseño de Pavimento Rígido, Adicionando Bagazo de Caña, para Mejorar la Transitabilidad, Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023				
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente:	Según Narváez (2017), el Bagazo es el remanente sólido de materia resultada de la compresión de la fibra de Caña, se ha demostrado que sirve como fibrorefuerzo en el hormigón.	La fibra Vegetal de bagazo de caña de azúcar, es un material Lignocelulósico que se obtiene en los centrales azucareros después de la extracción de jugo de azúcar.	Dosificación por peso de suelo	El porcentaje de adición de fibra: 0.5 % 1.5% 3.0%	RAZÓN
Bagazo de Caña de Azúcar.			Granulometría		
			Humedad		
Variable Dependiente:	Según (Carlos 2017); está compuesto por losas de concreto hidráulico, soporta esfuerzos mayores que los pavimentos flexibles.	Tienen una larga duración ya que está compuesto por concreto teniendo un costo mayor, que los pavimentos flexibles.	Índice Medio diario	Cantidad de vehículos transitados por hora Análisis para el diseño del pavimento	RAZÓN
Diseño de Pavimento Rígido			CBR	Evaluación de la duración de vida del pavimento rígido	
			Durabilidad		

ANEXO 3: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



ANEXO 4: PLANO PERIMÉTRICO DE CALICATAS C1 ,C2, C3 y C4



SISTEMAS DE COORDENADAS U.T.M. WGS-84
CUADRO DE DATOS TÉCNICOS

CALICATAS	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
C1	C1-C2	505.12	19°55'41"	288443.3572	8678822.3459
C2	C2-C3	507.47	152°5'39"	287938.2451	8678824.6615
C3	C3-C4	504.48	176°20'38"	287490.8754	8679064.2226
C4	C4-C1	1471.55	11°38'2"	287062.2381	8679330.2453
TOTAL		1471.55	360°0'0"		
Suma de ángulos (real) =		360°00'00"			
Error acumulado =		00°00'00"			
Perímetro =		1471.55			

PERIMETRICO-CALICATAS
ESCALA: 1/2900

AUTORES:	CALLATA LOPEZ, MARÍA BEATRIZ GÓMEZ SANTILLÁN, DANTE		
PROYECTO:	Diseño de Pavimento Rígido, Adicionando Bagozo de Caño, para Mejorar la Transitabilidad en Avenida Héroes del Cenepa, Jicamarca Anexo 22, 2023		
UBICACION:	AV. HEROES DE CENEPA, URB. PEDREGAL ALTO, JICAMARCA ANEXO 22 DISTRITO JICAMARCA. PROV. HUARACHO. I.P.T.O. LIMA		
DEBUIJ:	D.G.S.	ESCALA:	1 / 2900
		FECHA:	MAYO - 2023
		LAMINA:	PC-01

ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO



CALICATA 1 – 28.04.2023 – 9:30 AM.



CALICATA 2 – 28.04.2023 – 9:40 AM.



CALICATA 3 – 28.04.2023 – 11:24 AM.



CALICATA 4 – 28.04.2023 – 11:47 AM.

GRANULOMETRÍA



GRANULOMETRÍA C1



GRANULOMETRÍA C2



GRANULOMETRÍA C3

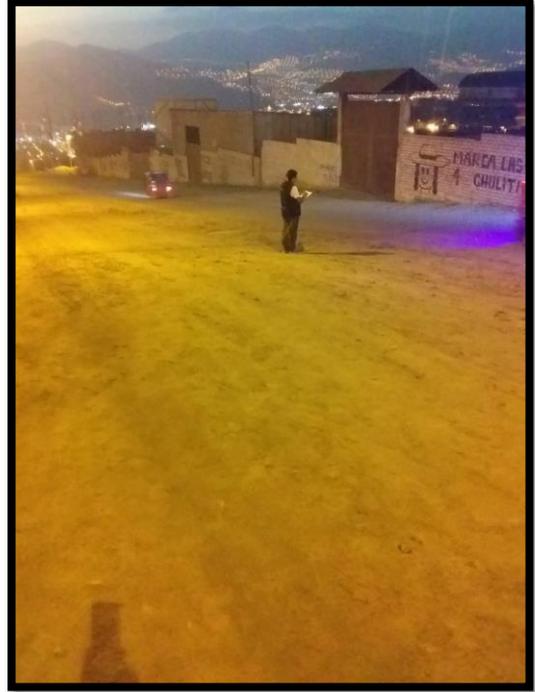


GRANULOMETRÍA C4

CONTEO VEHICULAR



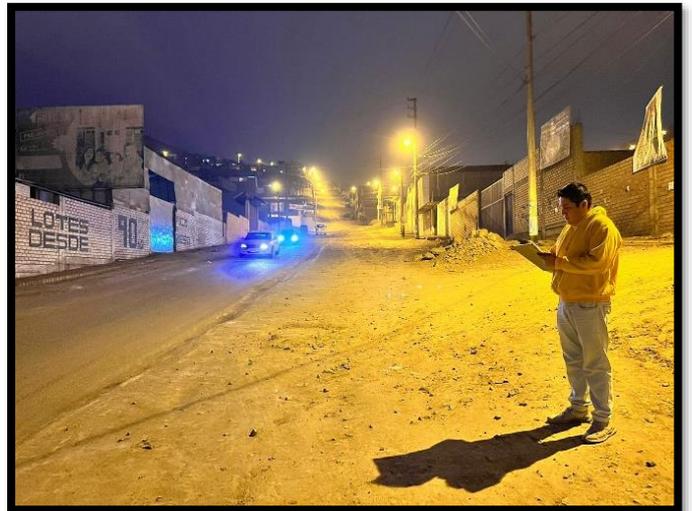
Conteo Vehicular Durante el
Día 23.04.2023 (9:00 am)



Conteo Vehicular Durante la
Noche 25.04.2023 (7:30 pm)



Conteo Vehicular Durante la
Tarde 27.04.2023 (6:30 pm)



Conteo Vehicular Durante la
Noche 29.04.2023 (6:30 pm)

DISEÑO DE MEZCLA



Porcentajes de adición de Bagazo de Caña 10.05.2023



Proceso de mezclado Con el Aditivo (Bagazo de Caña de Azúcar) 10.05.2023



Probetas (36 und.) y Vigas (04)
10.05.2023



ANÁLISIS A COMPRESIÓN - 7 DÍAS (17.05.2023)



ANÁLISIS A COMPRESIÓN - 14 DÍAS (24.05.2023)



ANÁLISIS A COMPRESIÓN - 28 DÍAS (07.06 .2023)



PRESUPUESTO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON ADICIÓN DE BAGAZO DE CAÑA

Presupuesto

Presupuesto : CONSTRUCCION DE PAVIMENTO RIGIDO CON ADICIONADO DE BAGAZO DE CAÑA, VEREDA, SISTEMA DE DRENAJE; EN LA AV. HÉROES DE CENEP, JICAMARCA ANEXO 22.

Cliente : MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

Lugar : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA

Costo al

2/07/2023

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	PAVIMENTOS				S/ 3,031,060.37
01.01	OBRAS PRELIMINARES				S/ 28,776.00
01.01.01	TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO	m ²	26,400.0000	S/ 1.09	S/ 28,776.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				S/ 270,120.72
01.02.01	CORTE DE MATERIAL EXISTENTE	m ³	21,735.3770	S/ 5.41	S/ 117,588.39
01.02.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m ²	26,400.0000	S/ 2.33	S/ 61,512.00
01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL	m ³	27,170.2482	S/ 3.35	S/ 91,020.33
01.03	PAVIMENTO RIGIDO CON ADICIONADO DE BAGAZO DE CAÑA				S/ 2,732,163.65
01.03.01	RELLENO CON AFIRMADO PISASE DE 0.20M.	m ²	26,400.0000	S/ 23.03	S/ 607,992.00
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO RIGIDO	m ²	7,959.2313	S/ 32.03	S/ 254,934.18
01.03.03	ACERO DE REFUERZO 5/8' fy=4,200 kg/cm2 PARA PASADORES DE FIERRO EN LOSA RIGIDA	Kg	29,359.8070	S/ 7.47	S/ 219,317.76
01.03.04	TUBERIA PVC DE 3/4' EN PASADORES	m	11,364.7553	S/ 0.83	S/ 9,432.75
01.03.05	PAVIMENTO RIGIDO CON ADICIONADO DE BAGAZO DE CAÑA E=8' CONCRETO f'c=280 kg/cm2	m ²	2,500.5468	S/ 394.30	S/ 985,965.60
01.03.06	CURADO CON ADITIVO QUIMICO EN CONCRETO	m ²	26,400.0000	S/ 2.16	S/ 57,024.00
01.03.07	JUNTAS ASFALTICAS DE 1" EN PAVIMENTOS RIGIDO H=0.20M	m	18,089.5355	S/ 33.03	S/ 597,497.36
02	VEREDAS DE CONCRETO				S/ 1,371,955.80
02.01	OBRAS PRELIMINARES				S/ 10,464.00
02.01.01	TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO	m ²	9,600.0000	S/ 1.09	S/ 10,464.00
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				S/ 256,094.26
02.02.01	NIVELACION INTERIOR APISONADO MANUAL	m ²	9,600.0000	S/ 3.30	S/ 31,680.00
02.02.02	AFIRMADO DE 6' PARA VEREDAS	m ²	9,600.0000	S/ 22.12	S/ 212,352.00
02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL	m ³	3,600.6761	S/ 3.35	S/ 12,062.26
02.03	CONCRETO SIMPLE				S/ 1,067,274.45
02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VEREDAS	m ²	7,497.4648	S/ 31.44	S/ 235,720.29
02.03.02	VEREDA DE CONCRETO F'c=175KG/CM2 DE 4' PNEREDA	m ²	9,600.0000	S/ 53.28	S/ 511,488.00
02.03.03	VEREDA DE CONCRETO F'c=175KG/CM2 DE 4' P/UÑA	m ³	808.5634	S/ 370.20	S/ 299,330.16
02.03.04	CURADO CON ADITIVO QUIMICO EN CONCRETO	m ²	9,600.0000	S/ 2.16	S/ 20,736.00
02.04	JUNTAS DE DILATACION				S/ 38,123.09
02.04.01	JUNTAS ASFALTICAS	m	3,894.0845	S/ 9.79	S/ 38,123.09
03	SEÑALIZACION DE TRANSITO				S/ 151,240.00
03.01	SEÑALIZACION SEÑALETICA	und	60.0000	S/ 550.00	S/ 33,000.00
03.02	PINTADO DE LINEA DISCONTINUA CENTRAL L=3M. E=0.10. CADA 5M	m	4,000.0000	S/ 3.20	S/ 12,800.00
03.03	PINTADO DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y MARCAS)	m ²	2,000.0000	S/ 20.82	S/ 41,640.00
03.04	PINTADO EN VEREDAS DE LINEA CONTINUA P/OEMARCACION DE BORDES E=0.10M.	m	16,000.0000	S/ 3.20	S/ 51,200.00
03.05	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m ²	36,000.0000	S/ 0.35	S/ 12,600.00
04	IMPACTO AMBIENTAL				S/ 15,000.00
04.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.0000	S/ 15,000.00	S/ 15,000.00
05	SEGURIDAD Y SALUD				S/ 22,000.00
05.01	SEGURIDAD DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	glb	1.0000	S/ 10,000.00	S/ 10,000.00
05.02	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL Y COLECTIVA	glb	1.0000	S/ 12,000.00	S/ 12,000.00
	Costo Directo				S/ 4,591,256.17
	Gas los Generales (10%)				S/ 459,125.62
	Utilidad (5%)				S/ 229,562.81
	Sub Total				S/ 5,279,944.60
	Impuestos (IGV18%)				S/ 950,390.03
	Presupuesto Total				S/ 6,230,334.63

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

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

INFORME JCH 23-100
Solicitante MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
Proyecto DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
Ubicación 'AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Fecha Rotura (28D) 7/06/2023

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	TIPO FALLA
Nat. 0%	10/05/2023	28	101.7	161.48	81.23	203	5
Nat. 0%	10/05/2023	28	100.5	200.20	79.25	258	2
Nat. 0%	10/05/2023	28	101.3	200.10	80.60	253	2
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	101.4	198.60	80.75	251	5
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	101.7	186.26	81.15	234	5
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	100.8	199.40	79.72	255	2
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	102.5	133.97	82.52	166	1
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	101.1	141.40	80.20	180	3
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	100.3	145.18	78.93	187	5
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	100.1	100.57	78.70	130	5
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	99.7	101.50	77.99	133	3
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	28	99.6	99.06	77.83	130	5



Consideraciones :

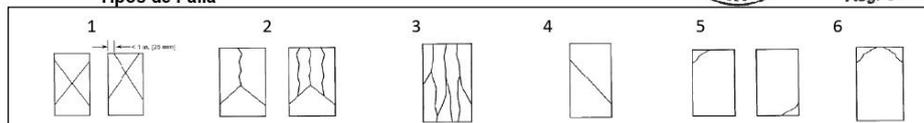
- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remoldeadas por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Tipos de Falla



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

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

INFORME JCH 23-100
Solicitante MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
Proyecto DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
Ubicación 'AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Fecha Rotura (28D) 7/06/2023

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Nat. 0%	10/05/2023	7	102.1	149.21	81.79	186	5
Nat. 0%	10/05/2023	7	102.1	148.06	81.79	185	2
Nat. 0%	10/05/2023	7	102.3	144.08	82.11	179	2
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	101.3	152.38	80.52	193	5
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	101.6	157.85	81.07	198	5
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	101.0	151.21	80.12	192	2
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	102.9	103.10	83.08	127	1
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	101.9	98.47	81.47	123	3
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	102.0	92.41	81.71	115	5
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	102.0	95.09	81.71	119	5
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	101.9	89.57	81.55	112	3
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	7	101.1	84.88	80.20	108	5
Nat. 0%	10/05/2023	14	102.1	151.94	81.79	189	3
Nat. 0%	10/05/2023	14	102.1	161.80	81.79	202	2
Nat. 0%	10/05/2023	14	102.1	187.53	81.79	234	2
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	102.5	159.08	82.44	197	3
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	102.3	157.68	82.11	196	2
3.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	102.0	166.01	81.71	207	2
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	102.5	126.88	82.52	157	3
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	101.5	90.72	80.83	114	2
5.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	102.5	107.41	82.52	133	3
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	102.6	85.87	82.68	106	3
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	100.9	85.41	79.96	109	3
6.3% Bagazo de Caña	10/05/2023	14	102.0	94.73	81.63	118	3

Consideraciones :

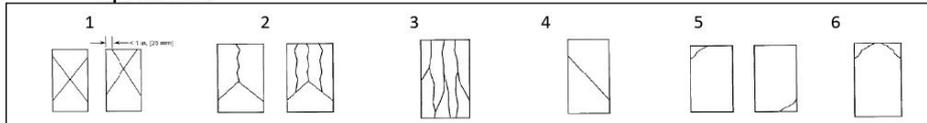
- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remodeladas por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Tipos de Falla



	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1 Fecha : - Página : --

INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : **MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN**
OBRA : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
FECHA : Mayo del 2023
ASUNTO : Diseño de mezcla FINAL $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

4.0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
	6.3% Bagazo de Caña
4.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES
	Denominación $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Asentamiento 3" - 4" (Slump 1.5") Relación a / c de diseño 0.57 Relación a / c de obra 0.60 Proporciones de diseño 1.0 : 2.24 : 2.86 Proporciones de obra 1.0 : 2.27 : 2.88 Aditivo Bagazo de Caña 2677.50 gr por bolsa de cemento
4.2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA
	Cemento 344 Kg. Arena 780 Kg. Piedra 990 Kg. Agua 205 lt. Aditivo Bagazo de Caña 21.66 Kg. Densidad 2340 kg/cm^2
4.3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA
	Cemento 42.5 Kg. Arena 96.4 Kg. Piedra 122.3 Kg. Agua 25.3 lt/bolsa Aditivo Bagazo de Caña 2.6775 Kg.
4.4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN
	Proporciones 1.0 : 2.30 : 3.04 Agua 25.3 lt/bolsa Aditivo Bagazo de Caña 2677.50 gr por bolsa de cemento

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




Jean Chavez R
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1 Fecha : - Página : --

INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : **MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN**
OBRA : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
FECHA : Mayo del 2023
ASUNTO : Diseño de mezcla FINAL $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

3.0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
	5.3% Bagazo de Caña
3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES
	Denominación $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento 3" - 4" (Slump 2.0")
	Relación a / c de diseño 0.57
	Relación a / c de obra 0.60
	Proporciones de diseño 1.0 : 2.24 : 2.86
	Proporciones de obra 1.0 : 2.27 : 2.88
	Aditivo Bagazo de Caña 2252.50 gr por bolsa de cemento
3.2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA
	Cemento 344 Kg.
	Arena 780 Kg.
	Piedra 990 Kg.
	Agua 205 lt.
	Aditivo Bagazo de Caña 18.22 Kg.
	Densidad 2337 kg/cm ³
3.3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA
	Cemento 42.5 Kg.
	Arena 96.4 Kg.
	Piedra 122.3 Kg.
	Agua 25.3 lt/bolsa
	Aditivo Bagazo de Caña 2.6775 Kg.
3.4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN
	Proporciones 1.0 : 2.30 : 3.04
	Agua 25.3 lt/bolsa
	Aditivo Bagazo de Caña 2252.50 gr por bolsa de cemento

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




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1
		Fecha : -
		Página : --

INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
OBRA : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
FECHA : Mayo del 2023
ASUNTO : Diseño de mezcla FINAL $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

2.0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
	3.3% Bagazo de Caña
2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES
	Denominación $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Asentamiento 3" - 4" (Slump 2.0") Relación a / c de diseño 0.57 Relación a / c de obra 0.60 Proporciones de diseño 1.0 : 2.24 : 2.86 Proporciones de obra 1.0 : 2.27 : 2.88 Aditivo Bagazo de Caña 2677.50 gr por bolsa de cemento
2.2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA
	Cemento 344 Kg. Arena 780 Kg. Piedra 990 Kg. Agua 205 lt. Aditivo Bagazo de Caña 11.35 Kg. Densidad 2358 kg/cm ³
2.3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA
	Cemento 42.5 Kg. Arena 96.4 Kg. Piedra 122.3 Kg. Agua 25.3 lt/bolsa Aditivo Bagazo de Caña 2.6775 Kg.
2.4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN
	Proporciones 1.0 : 2.30 : 3.04 Agua 25.3 lt/bolsa Aditivo Bagazo de Caña 2677.50 gr por bolsa de cemento

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




Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1
		Fecha : -
		Página : ---

INFORME	JCH 23-100
SOLICITANTE	: MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN	: AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
FECHA	: Mayo del 2023
ASUNTO	: Diseño de mezcla FINAL $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

1.0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
	Muestra Patron
1.1	CARACTERISTICAS GENERALES
	Denominación $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento 3" - 4" (Slump 3,0")
	Relación a / c de diseño 0.57
	Relación a / c de obra 0.60
	Proporciones de diseño 1.0 : 2.24 : 2.86
	Proporciones de obra 1.0 : 2.27 : 2.88
1.2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA
	Cemento 344 Kg.
	Arena 780 Kg.
	Piedra 990 Kg.
	Agua 205 lt.
	Densidad 2319 kg/m^3
1.3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA
	Cemento 42.5 Kg.
	Arena 96.4 Kg.
	Piedra 122.3 Kg.
	Agua 25.3 lt/bolsa
1.4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN
	Proporciones 1.0 : 2.30 : 3.04
	Agua 25.3 lt/bolsa

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




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : C-09
Revisión : 1
Fecha : -
Página : 1 de 1

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

Informe : JCH 23-100
Solicitante : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEP, JICAMARCA, 2023
Ubicación : AV. HÉROES DEL CENEP, JICAMARCA
Fecha : MAYO DEL 2023

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

Peso Unitario Varillado (gr/cm³) : 1.538
Peso Unitario Suelto (gr/cm³) : 1.407
Peso del molde (gr) : 2253
Volumen molde (cm³) : 9421.0

	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm ³)
Peso de Molde+Agregado (gr)	16738	1.538
Peso de Molde+Agregado (gr)	16796	1.544
Peso de Molde+Agregado (gr)	16690	1.532
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm ³)
Peso de Molde+Agregado (gr)	15491	1.405
Peso de Molde+Agregado (gr)	15490	1.405
Peso de Molde+Agregado (gr)	15530	1.409

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Ejecución : Tec. G.NR

Equipos Usados
Bal-003



JCH
Jean Chavez R
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

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

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

INFORME N° : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : 'AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : La Molina y La Gloria
Calicata : -
Muestra : -
Prof. (m) : - **Fecha de Recepción** : 09/05/23
Progresiva : - **Fecha de Ejecución** : 10/05/23
Coordenadas : -

Recipiente N°		ARENA (Molina)	PIEDRA (Gloria)
Peso de suelo humedo + tara	g	718.8	3522.0
Peso de suelo seco + tara	g	712.2	3502.0
Peso de tara	g	250.2	305.5
Peso de agua	g	6.6	20.0
Peso de suelo seco	g	462.0	3196.5
Contenido de agua	%	1.43	0.63
Contenido de Humedad (%)		1.43	0.63

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.Ch

Equipos Usados
Bal-TA,J4001-N°1
Hor-01-jch




Jean Chavez R
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código	--
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	--

INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : **MARÍA BEATRIZ CALLATA LOPEZ Y DANTE GOMEZ SANTILLAN**
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : 'AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2023
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

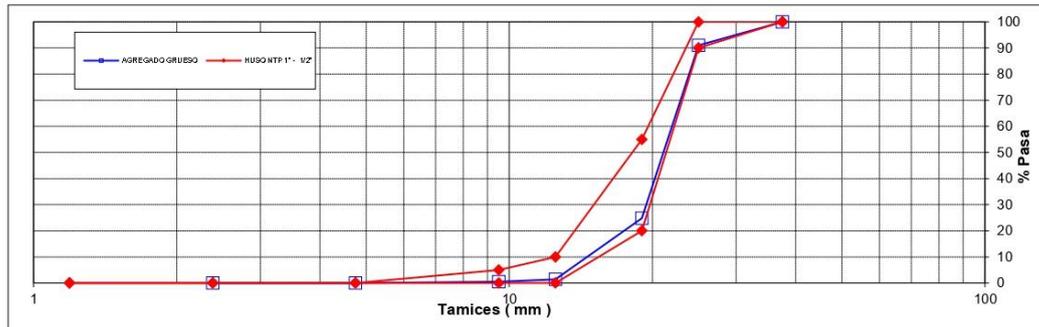
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera GLORIA
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

A) ANALISIS GRANULOMETRICO Peso Total gr 16958

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1" - 1/2"
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
1"	25	1522	9.0	9.0	91.0	90 - 100
3/4"	19	11226	66.2	75.2	24.8	20 - 55
1/2"	12.5	3972	23.4	98.6	1.4	0 - 10
3/8"	9.5	154	0.9	99.5	0.5	0 - 5
Nº4	4.75	84	0.5	100.0	0.0	-
Nº8	2.38	0	0.0	100.0	0.0	-
Nº16	1.19					-
FONDO						

B) CURVA DE GRANULOMETRIA



C) PROPIEDAS FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7.75
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1,407
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1,538
Peso Específico	2.72
Contenido de Humedad (%)	0.63
Porcentaje de Absorción (%)	1.26


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667

	FORMULARIO	Código	---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	-

INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARIA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2023
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

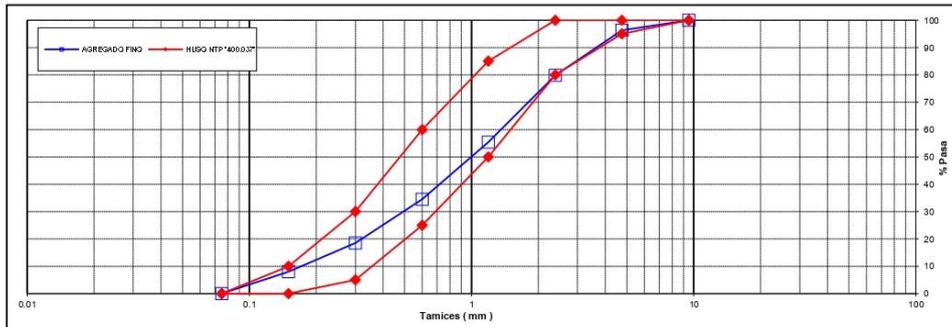
CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

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

A) ANALISIS GRANULOMETRICO Peso Total gr 1060.9

TAMIZ	gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	HUSO NTP "400.037"
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5		0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	38.7	3.6	3.6	96.4
N°8	2.38	175.0	16.5	20.1	79.9
N°16	1.19	259.9	24.5	44.6	55.4
N°30	0.6	220.9	20.8	65.5	34.5
N°50	0.3	169.7	16.0	81.5	18.5
N°100	0.15	111.7	10.5	92.0	8.0
FONDO		85.0	8.0	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRIA



C) PROPIEDAS FISICAS

Módulo de Fineza	3.07
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1,469
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1,650
Peso Especifico	2.60
Contenido de Humedad (%)	1.43
Porcentaje de Absorción (%)	1.75

Chavez
Jean Chavez R
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMATO	Código	Q1 - Q2 - Q3
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA	Revisión	2
		Fecha	01/03/22
		Página	1 de 1

N° INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
ENTIDAD : -
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPÁ, JICAMARCA, 2023".
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPÁ, JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2023

Datos de la muestra

Cantera : -
Calicata : C-4 **Fecha de Recepción** : 28/04/2023
Muestra : M-1 **Fecha de Ejecución** : 05/05/2023
Profundidad (m) : 0.00-1.50 **Fecha de Emisión** : 20/05/2023
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -

SALES SOLUBLES TOTALES	15399 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	1.540 %

SULFATOS SOLUBLES	5769 p.p.m.
NORMA AASHTO T290 - NTP 339.178	0.577 %

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	2750 p.p.m.
NORMA AASHTO T291 - NTP 339.177	0.275 %

Ejecutado Por : D.Crespo

OBSERVACIONES:

* Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10.

* --

* --

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-004
Horno	HOR-002
Phmetro	EMT-01
Mufla	HOR-003




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

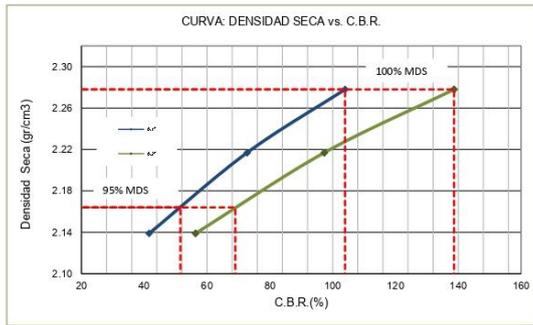


FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
	Fecha : 01/03/23
	Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARIA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023".
 UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2023

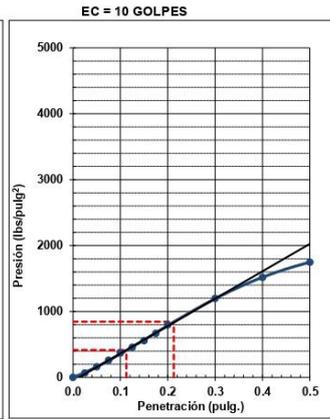
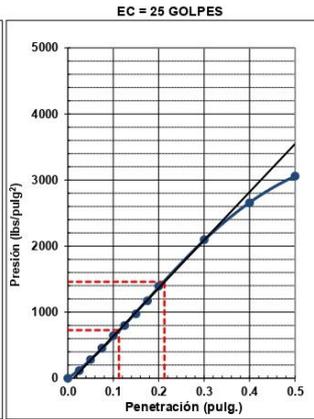
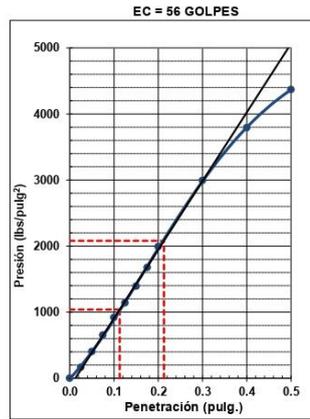
Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : GW-GM
 Calicata : C-4 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.278
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.1
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.164

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	103.9	0.2"	138.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	51.5	0.2"	69.0

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 103.9
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 51.5
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 138.7
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 69.0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



chavez
Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
JULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
	Fecha : 01/03/23
	Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

Nº INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
ENTIDAD : -
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023".
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2023

Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : GW-GM
Calicata : C-4 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
Muestra : M-1
Prof.(m) : 0.00-1.50
MDS (gr/cm3) : 2.278
OCH (%) : 6.1

Nº de golpes por capa	I		II		III	
	56	25	10	5	2	1
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	13227	13246	12969	12992	12843	12905
Peso del Molde (g)	8083	8083	7961	7961	8005	8005
Peso suelo compacto (g)	5144	5163	5008	5031	4838	4900
Volumen del suelo (cm3)	2128	2128	2132	2132	2131	2131
Densidad Humeda (g/cm3)	2.418	2.427	2.349	2.360	2.270	2.299
Densidad seca (g/cm3)	2.278	2.275	2.217	2.203	2.139	2.139

Tara Nº	HUMEDAD					
	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	756.9	745.2	709.5	611.3	792.6	646.7
Tara + suelo seco (g)	721.6	709.6	679.0	583.0	758.3	616.3
Peso del agua (g)	35.3	35.6	30.5	28.3	34.3	30.4
Peso de tara (g)	145.8	177.2	167.0	185.6	199.7	211.4
Peso suelo seco (g)	575.8	532.4	512.0	397.4	558.6	404.9
Contenido de humedad(%)	6.1	6.7	6.0	7.1	6.1	7.5

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
03/05/2023	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
04/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
05/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
06/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
07/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III		
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN		
			Lb pulg2	CBR (%)	Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)	
0.000		0		0		0				
0.025		164.2		114.9		65.7				
0.050		404.0		282.8		161.6				
0.075		652.1		456.5		260.8				
0.100	1000	919.7	1039.4	103.9	643.8	727.6	72.8	367.9	415.7	41.6
0.125		1140.5		798.3		456.2				
0.150		1392.5		974.7		557.0				
0.175		1674.4		1172.1		669.7				
0.200	1500	1990.0	2080.0	138.7	1393.0	1460.0	97.3	796.0	845.0	56.3
0.300		2992.8		2095.0		1197.1				
0.400		3790.4		2653.3		1516.1				
0.500		4369.4		3058.6		1747.8				

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.
Realizado por Tec. J.Ch

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



JCh
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
		Fecha : 01/03/23
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPÁ, JICAMARCA, 2023".
 UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPÁ, JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2023
 Fecha de Recepción : 28/04/23
 Fecha de Ejecución : 03/05/23

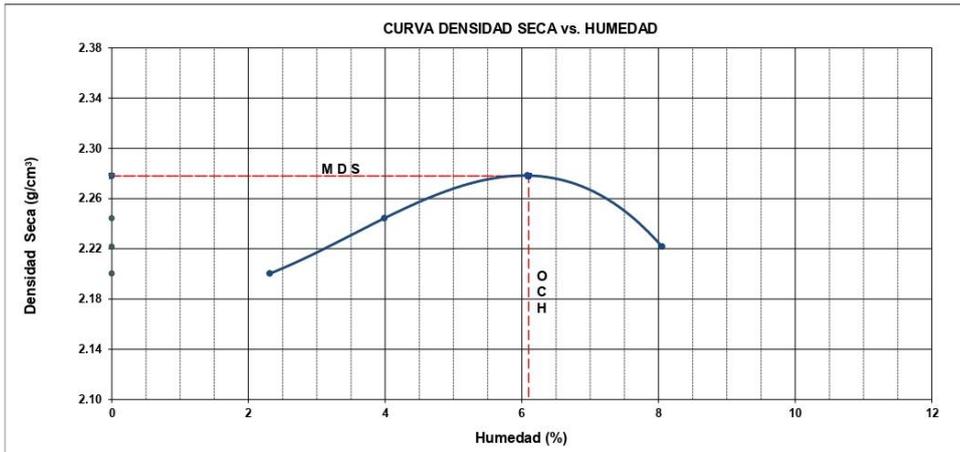
Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : GW-GM
 Calicata : C-4 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50

Peso específico : -
 Metodo : C

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	
Masa del molde + Suelo compacto (g)	11003	11180	11358	11323	
Masa del Molde (g)	6181	6181	6181	6181	
Masa suelo compacto (g)	4822	4999	5177	5142	
Volumen del Molde (cm ³)	2142.0	2142.0	2142.0	2142.0	
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.251	2.334	2.417	2.401	
Densidad seca (g/cm ³)	2.200	2.244	2.278	2.222	

HUMEDAD					
Recipiente N°	1	2	3	4	
Recipiente + suelo humedo (g)	595.6	580.7	623.3	689.0	
Recipiente + suelo seco (g)	583.4	560.0	592.0	642.3	
Masa del agua (g)	12.2	20.7	31.3	46.7	
Masa de tara (g)	55.7	40.9	77.4	62.3	
Masa suelo seco (g)	527.7	519.1	514.6	580.0	
Contenido de humedad(%)	2.3	4.0	6.1	8.1	

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.278
 Optimo Contenido Humedad (%) : 6.1



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
 Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002



JCh
Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



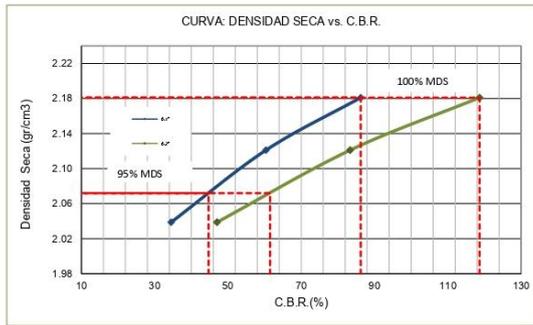
FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
	Fecha : 01/03/23
	Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARIA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023".
 UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 28/04/23
 Fecha de Ejecución : 03/05/23

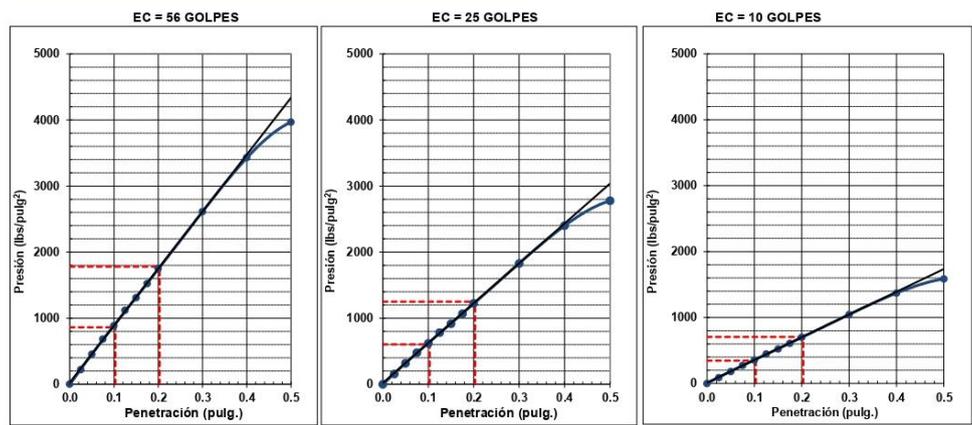
Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
 Calicata : C-1 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.181
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.9
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.072

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	86.2	0.2"	118.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	44.7	0.2"	61.5

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 86.2
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 44.7
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 118.7
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 61.5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Homo	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
	Fecha : 01/03/23
	Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023".
 UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2023
 Fecha de Recepción : 28/04/23
 Fecha de Ejecución : 03/05/23

Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
 Calicata : C-1 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50
 MDS (gr/cm3) : 2.181
 OCH (%) : 6.9

COMPACTACIÓN

N° molde	I		II		III	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	12939	12999	12666	12775	12995	13174
Peso del Molde (g)	7957	7957	8040	8040	8381	8381
Peso suelo compacto (g)	4982	5042	4626	4735	4614	4793
Volumen del suelo (cm3)	2137	2137	2038	2038	2118	2118
Densidad Humeda (g/cm3)	2.331	2.359	2.270	2.324	2.179	2.263
Densidad seca (g/cm3)	2.181	2.191	2.121	2.141	2.039	2.077

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	864.7	778.5	749.2	590.6	600.3	611.8
Tara + suelo seco (g)	822.6	734.7	712.3	558.3	573.0	579.0
Peso del agua (g)	42.1	43.8	36.9	32.3	27.3	32.8
Peso de tara (g)	211.8	165.3	187.7	180.4	175.3	212.9
Peso suelo seco (g)	610.8	569.4	524.6	377.9	397.7	366.1
Contenido de humedad(%)	6.9	7.7	7.0	8.5	6.9	9.0

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
03/05/2023	0	8:06.00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
04/05/2023	24	8:07.00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
05/05/2023	48	8:05.00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
06/05/2023	72	8:06.00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
07/05/2023	96	8:04.00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		220.4			154.3			88.2		
0.050		453.5			317.4			181.4		
0.075		683.0			478.1			273.2		
0.100	1000	884.6	862.3	86.2	619.2	603.6	60.4	353.8	344.9	34.5
0.125		1117.6			782.3			447.0		
0.150		1308.7			916.1			523.5		
0.175		1522.9			1066.0			609.2		
0.200	1500	1749.6	1780.0	118.7	1224.7	1250.0	83.3	699.8	705.0	47.0
0.300		2610.5			1827.3			1044.2		
0.400		3428.8			2400.2			1371.5		
0.500		3967.3			2777.1			1586.9		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
 Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.
Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



JCh
Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
		Fecha : 01/03/23
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPÁ, JICAMARCA, 2023".
 UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPÁ, JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 28/04/23
 Fecha de Ejecución : 03/05/23

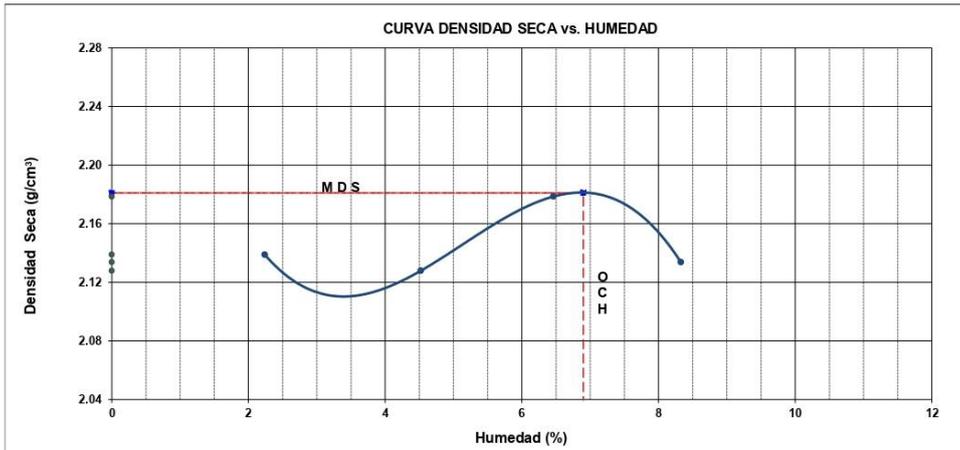
Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
 Calicata : C-1 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50

Peso específico : -
 Metodo : C

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	
Masa del molde + Suelo compacto (g)	10865	10945	11149	11132	
Masa del Molde (g)	6181	6181	6181	6181	
Masa suelo compacto (g)	4684	4764	4968	4951	
Volumen del Molde (cm ³)	2142.0	2142.0	2142.0	2142.0	
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.187	2.224	2.319	2.311	
Densidad seca (g/cm ³)	2.139	2.128	2.179	2.134	

HUMEDAD					
Recipiente N°	1	2	3	4	
Recipiente + suelo humedo (g)	590.5	651.8	587.9	611.3	
Recipiente + suelo seco (g)	579.2	626.3	555.0	568.9	
Masa del agua (g)	11.3	25.5	32.9	42.4	
Masa de tara (g)	74.4	62.3	45.9	59.7	
Masa suelo seco (g)	504.8	564.0	509.1	509.2	
Contenido de humedad(%)	2.2	4.5	6.5	8.3	

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.181
 Óptimo Contenido Humedad (%) : 6.9



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
 Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002



JCh
Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3 Fecha : 24/03/23 Página : 3-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

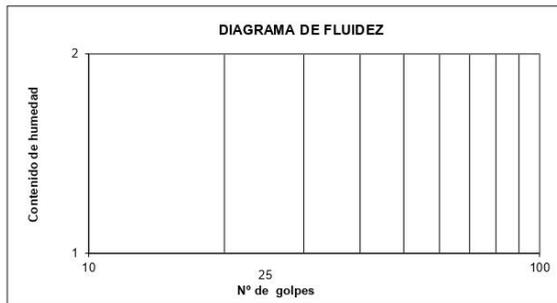
Nº INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
 UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Datos de la Muestra

Cantera : -
 Calicata : C-4
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 0.00-1.50
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 28/04/2023
 Fecha de Ejecución : 02/05/2023
 Fecha de Emisión : 13/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO Nº		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

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

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

N° INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -		
Calicata	: C-4		
Muestra	: M-1		
Prof. (m)	: 0.00-1.50	Fecha de Recepción	: 28/04/2023
Cota (msnm)	: -	Fecha de Ejecución	: 02/05/2023
Coordenadas	: -	Fecha de Emisión	: 13/05/2023

Recipiente N°		1	2
Masa de suelo humedo + recipiente	g	764.5	823.9
Masa de suelo seco + recipiente	g	748.9	805.6
Masa de recipiente	g	242.6	216.9
Masa de agua	g	15.6	18.3
Masa de suelo seco	g	506.3	588.7
Contenido de agua	%	3.1	3.1
Contenido de Humedad (%)		3.1	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002




Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 1-3

Nº INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023

UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Datos de la Muestra:
Cantera : -
Calicata : C-4
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 28/04/2023
Fecha de Ejecución : 02/05/2023
Fecha de Emisión : 13/05/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 2436.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	435.4	17.9	82.1
1 1/2"	37.500	149.7	6.1	76.0
1"	25.000	140.8	5.8	70.2
3/4"	19.000	57.1	2.3	67.9
3/8"	9.500	358.9	14.7	53.1
Nº 4	4.750	191.3	7.9	45.3
Nº 10	2.000	191.6	7.9	37.4
Nº 20	0.850	196.4	8.1	29.4
Nº 40	0.425	148.6	6.1	23.3
Nº 60	0.250	90.4	3.7	19.6
Nº 140	0.106	167.8	6.9	12.7
Nº 200	0.075	44.0	1.8	10.9
-200.00		264.7	10.9	0.0

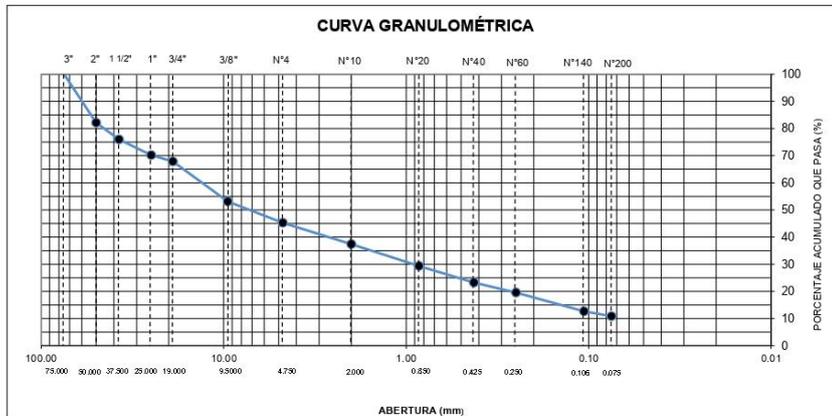
% Grava [Nº 4 < f < 3"]	54.7
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	34.4
% Finos [< Nº 200]	10.9

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	3.1

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GW-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

Descripción de la muestra :	GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO
-----------------------------	-----------------------------



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003




Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 193667

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 3-3

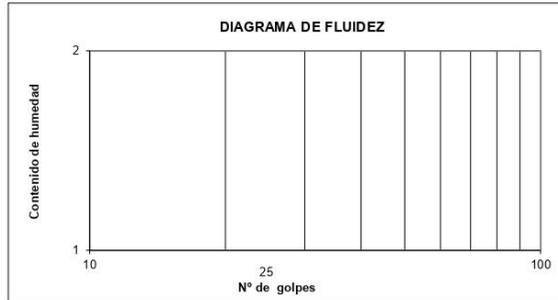
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

Nº INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-3
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 28/04/2023
Fecha de Ejecución : 02/05/2023
Fecha de Emisión : 13/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO Nº		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---



chavez
Jean Chavez R
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

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

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

N° INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -
Calicata : C-3
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 28/04/2023
Fecha de Ejecución : 02/05/2023
Fecha de Emisión : 13/05/2023

Recipiente N°	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	965.3	859.7
Masa de suelo seco + recipiente g	945.9	842.0
Masa de recipiente g	164.7	144.8
Masa de agua g	19.4	17.7
Masa de suelo seco g	781.2	697.2
Contenido de agua %	2.5	2.5
Contenido de Humedad (%)	2.5	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002



chavez
Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier. Del
**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 1-3

Nº INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023

UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Datos de la Muestra:

Cantera : -
Calicata : C-3
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 28/04/2023
Fecha de Ejecución : 02/05/2023
Fecha de Emisión : 13/05/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 3077.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	300.0	9.7	90.3
1 1/2"	37.500	493.3	16.0	74.2
1"	25.000	159.6	5.2	69.0
3/4"	19.000	135.5	4.4	64.6
3/8"	9.500	189.1	6.1	58.5
Nº 4	4.750	154.7	5.0	53.5
Nº 10	2.000	160.1	5.2	48.3
Nº 20	0.850	184.0	6.0	42.3
Nº 40	0.425	188.9	6.1	36.1
Nº 60	0.250	397.4	12.9	23.2
Nº 140	0.106	242.4	7.9	15.4
Nº 200	0.075	39.4	1.3	14.1
-200.00		433.1	14.1	0.0

% Grava [Nº 4 < f < 3"]	46.5
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	39.4
% Finos [< Nº 200]	14.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

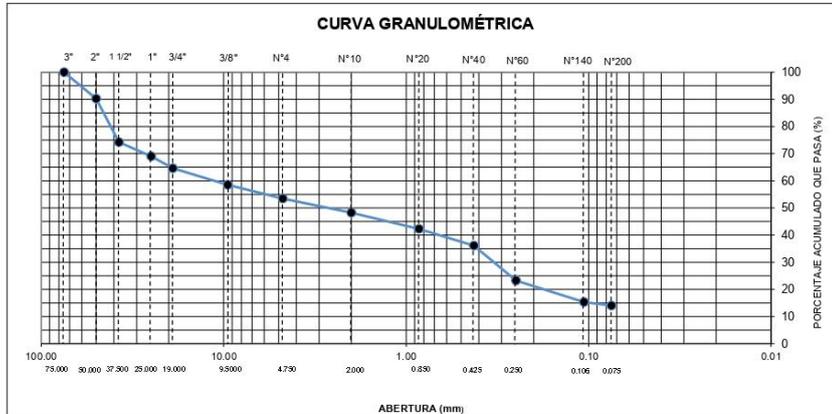
Contenido de Humedad ASTM D-2216-05

Humedad (%)	2.5
-------------	-----

CLASIFICACIÓN

CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)

Descripción de la muestra :	GRAVA LIMOSA
-----------------------------	--------------



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003



JCH
Jean Chavez R
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 193667

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3 Fecha : 24/03/23 Página : 3-3

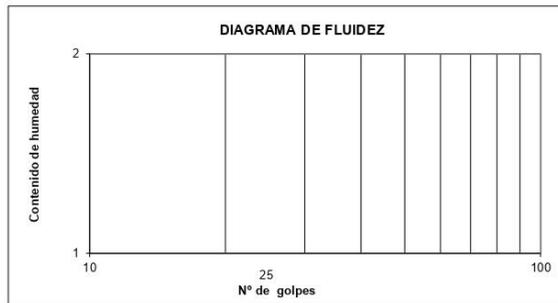
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

Nº INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
 UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Datos de la Muestra

Cantera : -
 Calicata : C-2
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 0.00-1.50
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -
 Fecha de Recepción : 28/04/2023
 Fecha de Ejecución : 02/05/2023
 Fecha de Emisión : 13/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

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

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

N° INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 28/04/2023
Calicata	: C-2	Fecha de Ejecución	: 02/05/2023
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 13/05/2023
Prof. (m)	: 0.00-1.50		
Cota (msnm)	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	1283.9	1023.6
Masa de suelo seco + recipiente g	1242.4	991.8
Masa de recipiente g	198.9	177.4
Masa de agua g	41.5	31.8
Masa de suelo seco g	1043.5	814.4
Contenido de agua %	4.0	3.9
Contenido de Humedad (%)	3.9	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002




Jean Chavez R
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 1-3

Nº INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023

UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Datos de la Muestra:

Cantera : -
 Calicata : C-2
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 0.00-1.50
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 28/04/2023
 Fecha de Ejecución : 02/05/2023
 Fecha de Emisión : 13/05/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 2882.9

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	244.9	8.5	91.5
1 1/2"	37.500	171.8	6.0	85.5
1"	25.000	176.8	6.1	79.4
3/4"	19.000	106.0	3.7	75.7
3/8"	9.500	312.3	10.8	64.9
Nº 4	4.750	236.8	8.2	56.7
Nº 10	2.000	260.0	9.0	47.7
Nº 20	0.850	220.0	7.6	40.0
Nº 40	0.425	125.0	4.3	35.7
Nº 60	0.250	74.2	2.6	33.1
Nº 140	0.106	199.6	6.9	26.2
Nº 200	0.075	64.8	2.2	24.0
-200.00		690.7	24.0	0.0

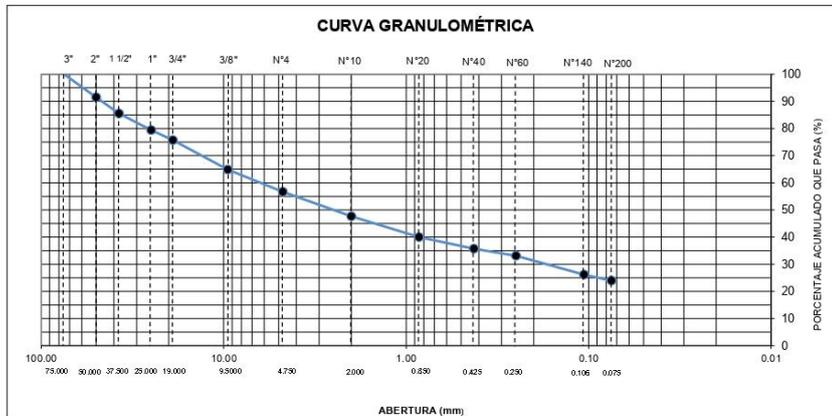
% Grava [Nº 4 < f < 3"]	43.3
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	32.7
% Finos [< Nº 200]	24.0

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	3.9

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)

Descripción de la muestra :	GRAVA LIMOSA
-----------------------------	--------------



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3 Fecha : 24/03/23 Página : 3-3

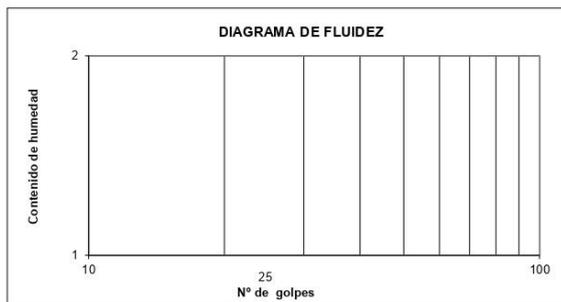
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

Nº INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
 UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Datos de la Muestra

Cantera : -
 Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 0.00-1.50
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -
 Fecha de Recepción : 28/04/2023
 Fecha de Ejecución : 02/05/2023
 Fecha de Emisión : 13/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO Nº		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

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

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

N° INFORME : JCH 23-100
SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023
UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 28/04/2023
Fecha de Ejecución : 02/05/2023
Fecha de Emisión : 13/05/2023

Recipiente N°	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	929.0	846.6
Masa de suelo seco + recipiente g	904.2	820.0
Masa de recipiente g	214.6	87.8
Masa de agua g	24.8	26.6
Masa de suelo seco g	689.6	732.2
Contenido de agua %	3.6	3.6
Contenido de Humedad (%)	3.6	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002




Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 1-3

Nº INFORME : JCH 23-100
 SOLICITANTE : MARÍA BEATRIZ CALLATA LÓPEZ Y DANTE GÓMEZ SANTILLÁN

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO BAGAZO DE CAÑA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA, 2023

UBICACIÓN : AV. HÉROES DEL CENEPA, JICAMARCA

Datos de la Muestra:

Cantera : -
 Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 0.00-1.50
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 28/04/2023
 Fecha de Ejecución : 02/05/2023
 Fecha de Emisión : 13/05/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 1968.2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	--	--	100.0
1 1/2"	37.500	206.8	10.5	89.5
1"	25.000	139.6	7.1	82.4
3/4"	19.000	34.3	1.7	80.7
3/8"	9.500	199.4	10.1	70.5
Nº 4	4.750	179.5	9.1	61.4
Nº 10	2.000	197.8	10.1	51.4
Nº 20	0.850	193.9	9.9	41.5
Nº 40	0.425	146.9	7.5	34.0
Nº 60	0.250	112.6	5.7	28.3
Nº 140	0.106	198.1	10.1	18.3
Nº 200	0.075	38.5	2.0	16.3
-200.00		320.8	16.3	0.0

% Grava [Nº 4 < f < 3"]	38.6
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	45.1
% Finos [< Nº 200]	16.3

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

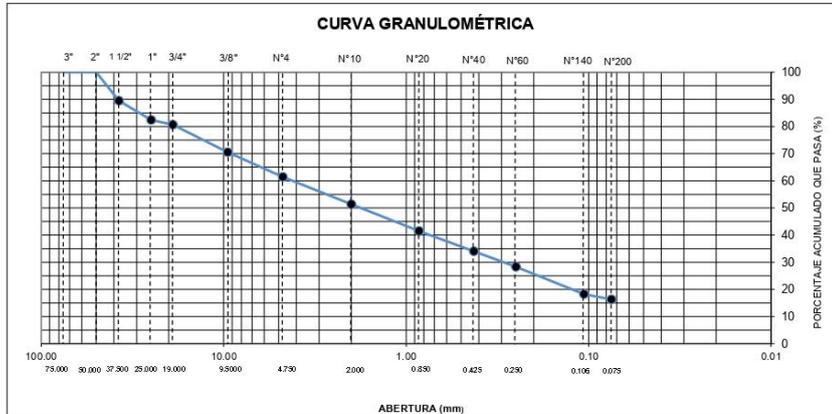
Contenido de Humedad ASTM D-2216-05

Humedad (%)	3.6
-------------	-----

CLASIFICACIÓN

CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)

Descripción de la muestra : ARENA LIMOSA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-408-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,057	100,146	-0,06	-0,15	100,1	-0,10	-0,09
200	200,389	200,562	-0,19	-0,28	200,5	-0,24	-0,09
300	300,426	300,374	-0,14	-0,12	300,4	-0,13	0,02
400	400,631	400,892	-0,16	-0,22	400,8	-0,19	-0,07
500	500,247	500,533	-0,05	-0,11	500,4	-0,08	-0,06
600	604,825	603,680	-0,80	-0,61	604,3	-0,70	0,19
700	701,754	701,601	-0,25	-0,23	701,7	-0,24	0,02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

$$E_p = \frac{(A-B)}{B} * 100 \quad R_p = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

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

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

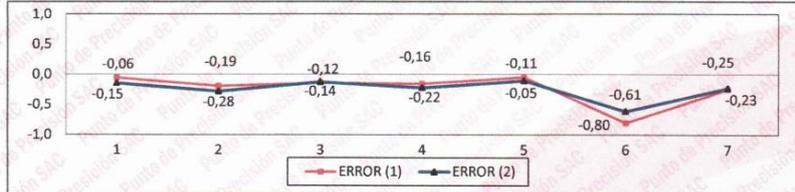
Ecuación de ajuste : $y = 0,9956x + 0,6097$

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

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-408-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 150-2023
Fecha de emisión : 2023-06-02

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : G&L
Modelo de Prensa : STYE - 2000
Serie de Prensa : 170254
Capacidad de Prensa : 2000 kN
Código de Identificación : SPE-007

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

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
01 - JUNIO - 2023

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,1	24,1
Humedad %	65	64

7. Resultados de la Medición

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

8. Observaciones

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




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

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

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-409-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL 'A' kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO 'B' kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	504,55	503,40	-0,91	-0,68	503,98	-0,79	0,23
1000	1005,05	1005,15	-0,50	-0,51	1005,10	-0,51	-0,01
1500	1506,95	1506,85	-0,46	-0,46	1506,90	-0,46	0,01
2000	2006,35	2005,85	-0,32	-0,29	2006,10	-0,30	0,03
2500	2505,05	2505,10	-0,20	-0,20	2505,08	-0,20	0,00
3000	3003,10	3003,25	-0,10	-0,11	3003,18	-0,11	-0,01
3500	3503,60	3503,55	-0,10	-0,10	3503,58	-0,10	0,00
4000	3999,85	3999,65	0,00	0,01	3999,75	0,01	0,00

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

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

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

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

Ecuación de ajuste : $y = 1,0012x - 6,8566$

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

GRÁFICO N° 1

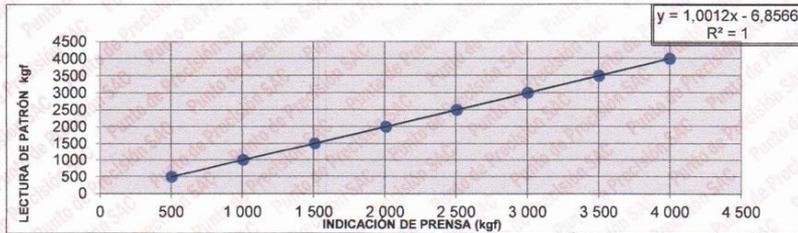
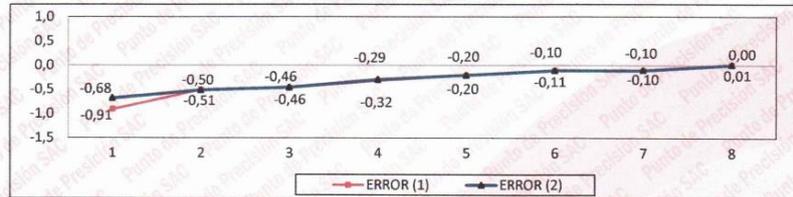


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

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

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-409-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 150-2023
Fecha de emisión : 2023-06-02

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : SOILTEST
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 1383
Código de Identificación : SPE-002

Marca de Celda : KELI
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : 5X70860
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : OHAUS
Modelo de Indicador : T32XW
Serie de Indicador : B719098045

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
01 - JUNIO - 2023

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,0	24,1
Humedad %	64	65

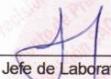
7. Resultados de la Medición

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

8. Observaciones

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




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

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

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-289-2023

Página : 2 de 2

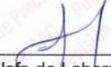
Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
403	409,9	6,9	2,2
600	601,3	1,3	2,0
700	699,3	-0,7	2,0

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL EQUIPO} + \text{CORRECCIÓN}$

FIN DEL DOCUMENTO




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

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

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

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



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-289-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 150-2023
Fecha de emisión : 2023-06-03

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : MUFLA
Indicación : DIGITAL
Alcance de Indicación : 0 °C a 1200 °C
Resolución : 1 °C
Marca de Equipo : WITEG
Modelo de Equipo : F-03
Serie del Equipo : 1000788160C001
Código de Identificación : HOR-003

Marca de Indicador : SARUP
Modelo de Indicador : 1.S.3
Serie de Indicador : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
02 - JUNIO - 2023

4. Método de Calibración
La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	FLUKE	CT-010-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,0	23,4
Humedad %	66	66

7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización de la Mufla no menor a 30 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95 %.



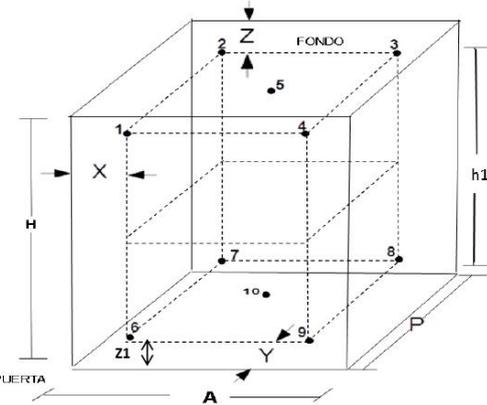
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

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

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

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

Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 54,5 cm

P= 44,5 cm

H= 56,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,5 cm Z= 12,0 cm

Y= 4,5 cm Z1= 11,7 cm

Distancias entre planos

h1= 32,3 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

- Distancia de la parrilla superior a: 33,0 cm por encima de la base interna.
- Distancia de la parrilla inferior a: 13,2 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

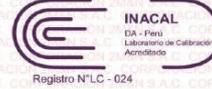
Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

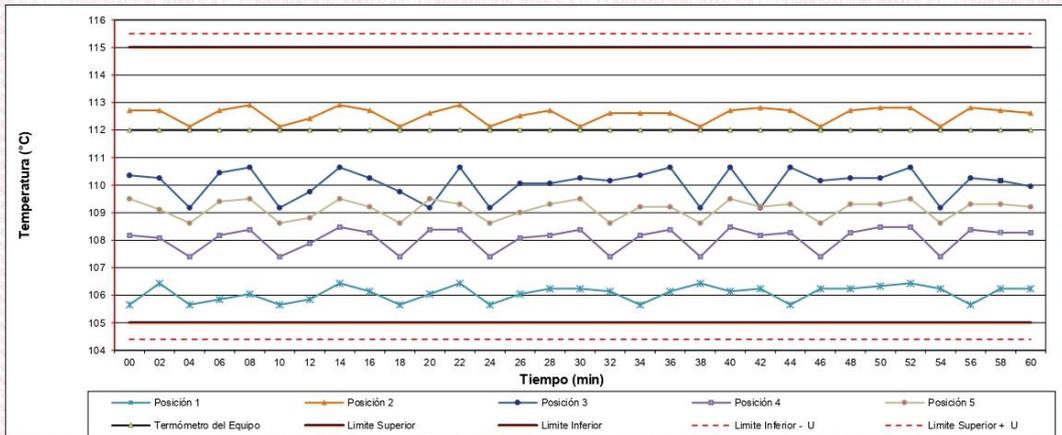


LABORATORIO DE CALIBRACION ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024

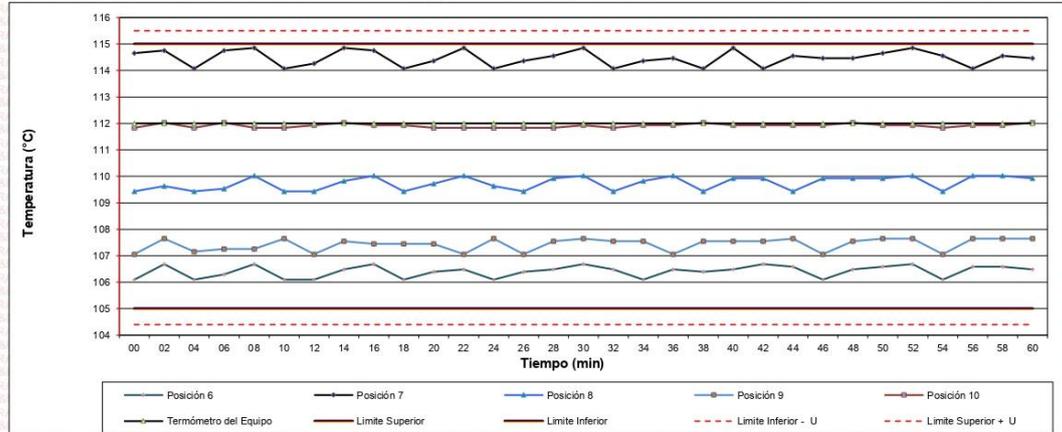


Certificado de Calibración 040-CT-MI-2023
Página 6 de 7

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Cód. de Servicio: 02558-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	112,0	105,7	112,7	110,4	108,2	109,5	106,1	114,7	109,4	107,1	111,8	109,5	9,0
02	112,0	106,4	112,7	110,3	108,1	109,1	106,7	114,8	109,6	107,6	112,0	109,7	8,3
04	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,2	111,8	109,2	8,4
06	112,0	105,8	112,7	110,4	108,2	109,4	106,3	114,8	109,5	107,3	112,0	109,6	8,9
08	112,0	106,0	112,9	110,6	108,4	109,5	106,7	114,9	110,0	107,3	111,8	109,8	8,8
10	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,6	111,8	109,2	8,4
12	112,0	105,8	112,4	109,8	107,9	108,8	106,1	114,3	109,4	107,1	111,9	109,4	8,4
14	112,0	106,4	112,9	110,6	108,5	109,5	106,5	114,9	109,8	107,5	112,0	109,9	8,4
16	112,0	106,1	112,7	110,3	108,3	109,2	106,7	114,8	110,0	107,5	111,9	109,7	8,6
18	112,0	105,7	112,1	109,8	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,5	111,9	109,3	8,4
20	112,0	106,0	112,6	109,2	108,4	109,5	106,4	114,4	109,7	107,5	111,8	109,5	8,3
22	112,0	106,4	112,9	110,6	108,4	109,3	106,5	114,9	110,0	107,1	111,8	109,8	8,4
24	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,6	107,6	111,8	109,2	8,4
26	112,0	106,0	112,5	110,1	108,1	109,0	106,4	114,4	109,4	107,1	111,8	109,5	8,3
28	112,0	106,2	112,7	110,1	108,2	109,3	106,5	114,6	109,9	107,5	111,8	109,7	8,3
30	112,0	106,2	112,1	110,3	108,4	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	111,9	109,8	8,6
32	112,0	106,1	112,6	110,2	107,4	108,6	106,5	114,1	109,4	107,5	111,8	109,4	7,9
34	112,0	105,7	112,6	110,4	108,2	109,2	106,1	114,4	109,8	107,5	111,9	109,6	8,7
36	112,0	106,1	112,6	110,6	108,4	109,2	106,5	114,5	110,0	107,1	111,9	109,7	8,3
38	112,0	106,4	112,1	109,2	107,4	108,6	106,4	114,1	109,4	107,5	112,0	109,3	7,7
40	112,0	106,1	112,7	110,6	108,5	109,5	106,5	114,9	109,9	107,5	111,9	109,8	8,7
42	112,0	106,2	112,8	109,2	108,2	109,2	106,7	114,1	109,9	107,5	111,9	109,6	7,8
44	112,0	105,7	112,7	110,6	108,3	109,3	106,6	114,6	109,4	107,6	111,9	109,7	8,9
46	112,0	106,2	112,1	110,2	107,4	108,6	106,1	114,5	109,9	107,1	111,9	109,4	8,4
48	112,0	106,2	112,7	110,3	108,3	109,3	106,5	114,5	109,9	107,5	112,0	109,7	8,2
50	112,0	106,3	112,8	110,3	108,5	109,3	106,6	114,7	109,9	107,6	111,9	109,8	8,3
52	112,0	106,4	112,8	110,6	108,5	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	111,9	109,9	8,4
54	112,0	106,2	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,6	109,4	107,1	111,8	109,3	8,5
56	112,0	105,7	112,8	110,3	108,4	109,3	106,6	114,1	110,0	107,6	111,9	109,7	8,4
58	112,0	106,2	112,7	110,2	108,3	109,3	106,6	114,6	110,0	107,6	111,9	109,7	8,3
60	112,0	106,2	112,6	110,0	108,3	109,2	106,5	114,5	109,9	107,6	112,0	109,7	8,2
T. PROM	112,0	106,1	112,6	110,0	108,1	109,1	106,4	114,5	109,7	107,4	111,9	109,6	
T.MAX	112,0	106,4	112,9	110,6	108,5	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	112,0		
T.MIN	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,1	111,8		
DTT	0,0	0,7	0,8	1,4	1,1	0,9	0,6	0,8	0,6	0,5	0,2		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,9	0,5
Mínima Temperatura Medida	105,7	0,6
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,4	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,4	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,70	0,05
Uniformidad Medida	9,0	0,3

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX: Temperatura máxima.
- T.MIN: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 02558-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACION 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

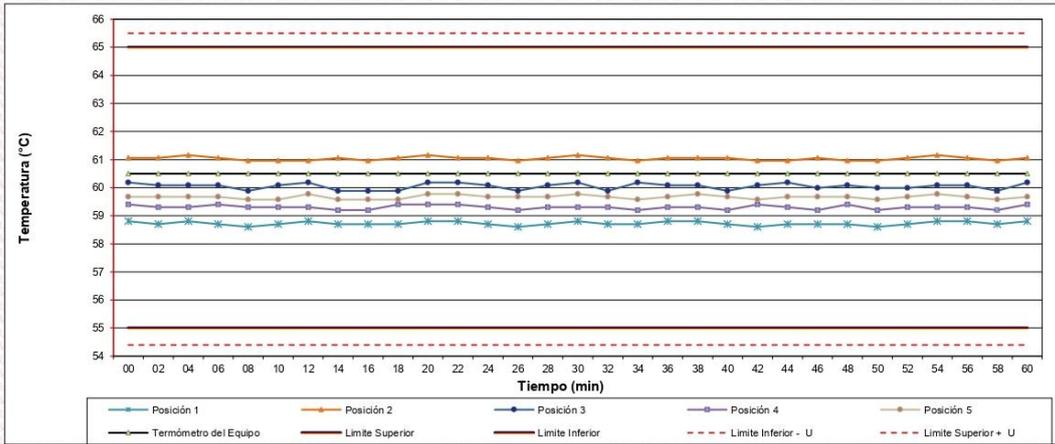


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024

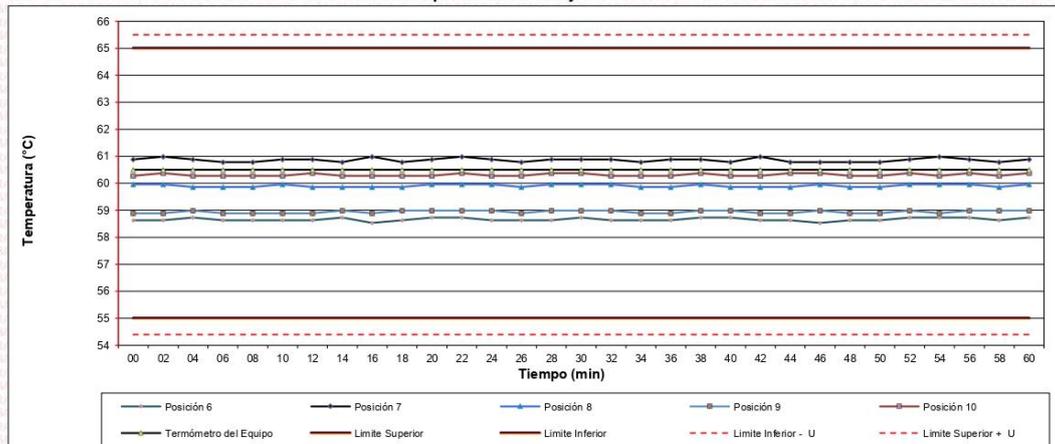


Certificado de Calibración 040-CT-MI-2023
Página 4 de 7

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C



Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,7	58,6	60,9	60,0	58,9	60,3	59,8	2,4
02	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	61,0	60,0	58,9	60,4	59,8	2,4
04	60,5	58,8	61,2	60,1	59,3	59,7	58,7	60,9	59,9	59,0	60,3	59,8	2,4
06	60,5	58,7	61,1	60,1	59,4	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
08	60,5	58,6	61,0	59,9	59,3	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
10	60,5	58,7	61,0	60,1	59,3	59,6	58,6	60,9	60,0	58,9	60,3	59,7	2,3
12	60,5	58,8	61,0	60,2	59,3	59,8	58,6	60,9	59,9	58,9	60,4	59,8	2,3
14	60,5	58,7	61,1	59,9	59,2	59,6	58,7	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
16	60,5	58,7	61,0	59,9	59,2	59,6	58,5	61,0	59,9	58,9	60,3	59,7	2,5
18	60,5	58,7	61,1	59,9	59,4	59,6	58,6	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
20	60,5	58,8	61,2	60,2	59,4	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,3	59,8	2,4
22	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,8	58,7	61,0	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
24	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,3	59,8	2,4
26	60,5	58,6	61,0	59,9	59,2	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
28	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
30	60,5	58,8	61,2	60,2	59,3	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
32	60,5	58,7	61,1	59,9	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,3	59,7	2,4
34	60,5	58,7	61,0	60,2	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,3
36	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
38	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
40	60,5	58,7	61,1	59,9	59,2	59,7	58,7	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
42	60,5	58,6	61,0	60,1	59,4	59,6	58,6	61,0	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
44	60,5	58,7	61,0	60,2	59,3	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,4	59,7	2,3
46	60,5	58,7	61,1	60,0	59,2	59,7	58,5	60,8	60,0	59,0	60,4	59,7	2,5
48	60,5	58,7	61,0	60,1	59,4	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,3
50	60,5	58,6	61,0	60,0	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
52	60,5	58,7	61,1	60,0	59,3	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
54	60,5	58,8	61,2	60,1	59,3	59,8	58,7	61,0	60,0	58,9	60,3	59,8	2,4
56	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
58	60,5	58,7	61,0	59,9	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,3
60	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
T. PROM	60,5	58,7	61,0	60,0	59,3	59,7	58,7	60,9	59,9	58,9	60,3	59,7	
T.MAX	60,5	58,8	61,2	60,2	59,4	59,8	58,7	61,0	60,0	59,0	60,4		
T.MIN	60,5	58,6	61,0	59,9	59,2	59,6	58,5	60,8	59,9	58,9	60,3		
DTT	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	61,2	0,5
Mínima Temperatura Medida	58,5	0,6
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,3	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,15	0,05
Uniformidad Medida	2,5	0,3

- T.PROM:** Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom:** Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX:** Temperatura máxima.
- T.MIN:** Temperatura mínima.
- DTT:** Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. **0,06 °C.**

Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	23,8	24,9
Humedad Relativa %hr	67	63

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica 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 CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con veinticuatro termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,18 °C hasta 0,20 °C.	015-CT-T-2023
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,7 °C / 3,3 %hr	088-CT-H-2023
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,00091 s a 0,080 s	CCP-0981-001-22
Patrones de Referencia a ELICROM	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5 m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,61 mm	CCP-0489-001-23

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 02559-A y la fecha de calibración.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- (**) Datos proporcionados por el solicitante.
- (***) Dato tomado de la página web del fabricante.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 15 min
- La calibración se realizó con 80% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron bandejas con material
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C (**)
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 60,5 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 59,7 °C
La máxima temperatura detectada fue 61,2 °C y la mínima temperatura detectada fue 58,5 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C (**)
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 112 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 109,6 °C
La máxima temperatura detectada fue 114,9 °C y la mínima temperatura detectada fue 105,7 °C

Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

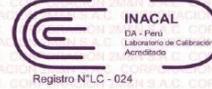
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

040-CT-MI-2023

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 468-05-2023
Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2232 Urb. San Hilarión Et. Uno - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Equipo : HORNO
Marca : A & A INSTRUMENTS
Modelo : STHX-2A
Serie : 190546
Identificación : HOR-002 (*)
Ubicación : Área de Químicos (**)
Procedencia : No indica
Tipo de Ventilación : Natural
Nro. de Niveles : 2
Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C (***)

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

Los resultados son válidos únicamente para el instrumento calibrado 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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TDC
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

Fecha de Calibración : 2023-06-01
Lugar de Calibración : Área de Químicos - LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Av. Próceres de la Independencia Nro. 2232 Urb. San Hilarión Et. Uno - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Método utilizado : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2023-06-02

Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 2023/06/02 16:21
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 02/06/2023 16:22
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



METROSYSTEMS

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-015



Registro N° LC - 015

Certificado de Calibración MS - 0218 - 2023

Página : 3 de 3

VALOR PATRÓN	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L)
mm	µm
10,000	10,0

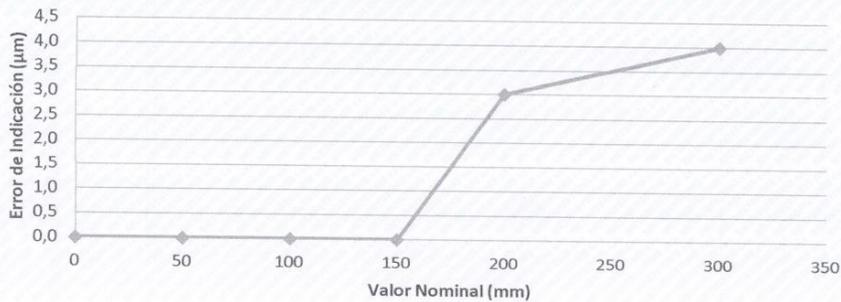
VALOR PATRÓN	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J)
mm	µm
10,000	10,0

VALOR PATRÓN	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K)
mm	µm
4,998	10,0

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN : $[(17,16^2 + 0,027^2 L^2)]^{1/2} \mu\text{m}$
L : INDICACIÓN EXPRESADO EN MILÍMETROS

Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de interiores a exteriores (S_{I-E})
Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de profundidad a exteriores(S_{P-E})

Error de Indicación del Pie de Rey





METROSYSTEMS

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-015



Registro N° LC - 015

Certificado de Calibración MS - 0218 - 2023

Página : 2 de 3

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autodhesiva que indica el estado "CALIBRADO" METROSYSTEMS SRL

(*) Dato indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Resultados

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
0,000	0,000	0
50,001	50,001	0
100,001	100,001	0
150,002	150,002	0
200,003	200,006	3
300,004	300,008	4

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) μm
300,004	20,0

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) μm
300,004	10,0

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE INTERIORES A EXTERIORES (S_{i-e}) μm
10,000	0,0

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE PROFUNDIDAD A EXTERIORES (S_{p-e}) μm
10,000	3,3



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-015



Certificado de Calibración MS - 0218 - 2023

FM014-050-2023

Página : 1 de 3

Solicitante LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección Av. Próceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.

Instrumento de medición: PIE DE REY
Marca INSIZE
Modelo 1108300W
Serie 1002171539
Identificación EML-003 (*)
Procedencia NO INDICA
Intervalo de Indicación 0 mm a 300 mm
Resolución 0,01 mm
Tipo DIGITAL
Fecha de calibración 2023-06-06

El resultados del presente certificado 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, y es válido únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, le corresponde al solicitante definir la frecuencia de recalibración en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición. La incertidumbre de medición ha sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza aproximado de 95 %.

La calibración se efectuó en: **LABORATORIO DE METROSYSTEMS SRL**
Av. Próceres de la independencia Mz. A Lt. 20 Urb. Los Pinos - S.J.L. - Lima

Método de Calibración

Comparación Directa. Según el procedimiento de Calibración de Pie de Rey. PC-012 del SNM/INDECOPI, Quinta Edición Junio 2012.

Patrón de calibración

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques patrón Grado 0	LLA-C-021-2023
Patrones de referencia del INACAL-DM	Varilla cilíndrica con incertidumbre de 0,30 µm	LLA-130-2023
Patrones de referencia del INACAL-DM	Anillo patrón con incertidumbre de 0,4 µm	LLA-133-2023

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,1 °C	21,6 °C



Ing. Luis Peñaherrera Rebaza
CIP: 128840
METROSYSTEMS SRL

Fecha de emisión: 2023-06-06

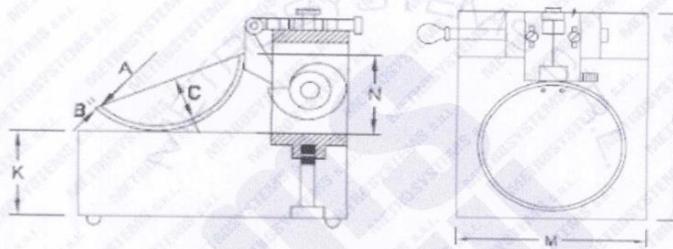
Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva que indica el estado "VERIFICADO" METROSYSTEMS SRL

El valor obtenido es el promedio de 3 mediciones realizadas.

(*) Dato indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Dimensiones de la copa casagrande



	Descripción	Valor obtenido mm	Especificación mm
A	Radio de la copa	54,41	54 ± 0,5
B	Espesor de la copa	1,75	2,0 ± 0,1
C	Profundidad de la copa	26,93	27 ± 0,5
N	Copa desde la guía	46,75	47 ± 1
K	Espesor de la base	50,70	50 ± 2
L	Largo de la base	124,78	125 ± 2
M	Ancho de la base	150,02	150 ± 2



METROSYSTEMS S.R.L.

Informe de Verificación

MS - 0217 - 2023

FM014-050-2023

Página : 1 de 2

Solicitante LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección Av. Próceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.

Instrumento de medición: COPA CASAGRANDE

Marca FORNEY

Modelo LA-3700

Serie NO INDICA

Identificación ELC-003 (*)

Procedencia NO INDICA

Material BRONCE

El resultados del presente certificado, es válido únicamente para el objeto verificado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, le corresponde al solicitante definir la frecuencia de verificación en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Fecha de verificación 2023-06-06

La verificación se efectuó en: LABORATORIO DE METROSYSTEMS SRL
Av. Próceres de la independencia Mz. A Lt. 20 Urb. Los Pinos - S.J.L. - Lima

Método de verificación
Referencia ASTM D-4318
Patrón de verificación
Pie de rey con Certificado de Calibración MS-0333-2022.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,1 °C
Humedad Relativa	58 %	59 %



Ing. Luis Peñaherrera Rebaza
CIP: 128840
METROSYSTEMS SRL

Fecha de emisión: 2023-06-06



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

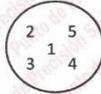
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-460-2023

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _p				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (mg)	E _o (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,00500	0,0053	0,0	0,3	69,99998	69,9999	0,0	-0,1	-0,4
2		0,0052	0,0	0,2		70,0001	0,0	0,1	-0,1
3		0,0050	0,0	0,0		69,9999	0,0	-0,1	-0,1
4		0,0050	0,0	0,0		69,9999	0,0	-0,1	-0,1
5		0,0049	0,0	-0,1		70,0000	0,0	0,0	0,1

Temp. (°C) Inicial: 24,4 Final: 24,3

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,00500	0,0050	0,0	0,0						
0,01000	0,0099	0,0	-0,1	-0,1	0,0098	0,0	-0,2	-0,2	1
0,50000	0,5000	0,0	0,0	0,0	0,5000	0,0	0,0	0,0	1
2,00001	2,0000	0,0	0,0	0,0	2,0001	0,0	0,1	0,1	1
5,00000	5,0000	0,0	0,0	0,0	5,0000	0,0	0,0	0,0	1
20,00001	20,0001	0,0	0,1	0,1	20,0001	0,0	0,1	0,1	1
49,99997	49,9999	0,0	-0,1	-0,1	49,9998	0,0	-0,2	-0,2	1
99,99998	100,0001	0,0	0,1	0,1	99,9998	0,0	-0,2	-0,2	2
149,99996	150,0002	0,0	0,2	0,2	149,9998	0,0	-0,2	-0,2	2
199,99997	199,9998	0,0	-0,2	-0,2	199,9997	0,0	-0,3	-0,3	2
219,99998	219,9999	0,0	-0,1	-0,1	219,9999	0,0	-0,1	-0,1	3

Temp. (°C) Inicial: 24,3 Final: 24,2

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,27 \times 10^{-7} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,11 \times 10^{-11} \text{ mg}^2 + 5,39 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-460-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,2	24,4
Humedad Relativa	60,0	61,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud E2)	PE22-C-1004-2022

7. Observaciones

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

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, 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".

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

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.

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

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 110,00000 g			Carga L2= 219,99998 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	110,0001	0,0	0,1	219,9997	0,0	-0,3
2	110,0000	0,0	0,0	219,9998	0,0	-0,2
3	110,0000	0,0	0,0	219,9998	0,0	-0,2
4	110,0000	0,0	0,0	219,9998	0,0	-0,2
5	110,0001	0,0	0,1	219,9998	0,0	-0,2
6	110,0001	0,0	0,1	219,9999	0,0	-0,1
7	110,0010	0,0	1,0	219,9999	0,0	-0,1
8	110,0000	0,0	0,0	219,9999	0,0	-0,1
9	110,0000	0,0	0,0	219,9990	0,0	-1,0
10	110,0000	0,0	0,0	219,9999	0,0	-0,1
Diferencia Máxima			1,0	0,9		
Error máximo permitido ±			2 mg	± 3 mg		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-460-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 150-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-07

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **PX224/E**

Número de Serie : **B823960516**

Alcance de Indicación : **220 g**

División de Escala de Verificación (e) : **1 mg**

División de Escala Real (d) : **0,1 mg**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **BAL-004**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-06-01**

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

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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

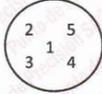


Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,100	0,10	0,005	0,000	130,000	130,01	0,005	0,010	0,010
2		0,10	0,005	0,000		130,00	0,008	-0,003	-0,003
3		0,10	0,007	-0,002		130,01	0,006	0,009	0,011
4		0,10	0,006	-0,001		130,02	0,009	0,016	0,017
5		0,10	0,008	-0,003		129,99	0,004	-0,009	-0,006
Error máximo permitido : ±									0,2 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,005	0,000						
0,200	0,20	0,008	-0,003	-0,003	0,20	0,007	-0,002	-0,002	0,1
2,000	2,00	0,006	-0,001	-0,001	2,00	0,006	-0,001	-0,001	0,1
10,000	10,00	0,008	-0,003	-0,003	10,00	0,008	-0,003	-0,003	0,1
50,000	50,00	0,005	0,000	0,000	50,00	0,005	0,000	0,000	0,1
70,000	70,01	0,009	0,006	0,006	70,01	0,006	0,009	0,009	0,2
100,000	100,01	0,005	0,010	0,010	100,01	0,008	0,007	0,007	0,2
150,000	150,02	0,007	0,018	0,018	150,02	0,006	0,019	0,019	0,2
200,000	200,01	0,005	0,010	0,010	200,01	0,008	0,007	0,007	0,2
300,000	300,00	0,009	-0,004	-0,004	300,01	0,005	0,010	0,010	0,3
400,001	400,01	0,006	0,008	0,008	400,01	0,006	0,008	0,008	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,52 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,97 \times 10^{-5} g^2 + 2,14 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,2	24,4
Humedad Relativa	60,0	61,0

6. Trazabilidad

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

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

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 399,92 g para una carga de 400,00 g

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

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

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

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

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.

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

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	24,4	24,4

Medición N°	Carga L1= 200,000 g			Carga L2= 400,001 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	200,00	0,005	0,000	400,00	0,005	-0,001
2	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,008	-0,004
3	200,01	0,005	0,010	400,01	0,006	0,008
4	200,00	0,007	-0,002	400,01	0,008	0,006
5	200,00	0,005	0,000	400,00	0,006	-0,002
6	200,00	0,005	0,000	400,00	0,007	-0,003
7	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,005	-0,001
8	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,008	-0,004
9	200,00	0,006	-0,001	400,00	0,006	-0,002
10	200,00	0,007	-0,002	400,00	0,005	-0,001
Diferencia Máxima			0,013			0,012
Error máximo permitido	± 0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 150-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-07

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SE402F

Número de Serie : B145294230

Alcance de Indicación : 400 g

División de Escala
de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : BAL-002

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-06-01

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

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

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

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

3. Método de Calibración

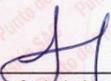
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



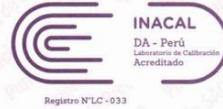
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _e				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,05	0,00	1 300,00	1 300,0	0,05	0,00	0,00
2		1,0	0,08	-0,03		1 300,0	0,08	-0,03	0,00
3		1,0	0,06	-0,01		1 300,1	0,05	0,10	0,11
4		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,05	0,00	0,04
5		1,0	0,05	0,00		1 300,1	0,08	0,07	0,07

Temp. (°C) Inicial: 24,4 Final: 24,4

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,05	0,00						
5,00	5,0	0,08	-0,03	-0,03	5,0	0,07	-0,02	-0,02	0,1
50,00	50,0	0,05	0,00	0,00	50,0	0,09	-0,04	-0,04	0,1
100,00	100,0	0,09	-0,04	-0,04	100,0	0,05	0,00	0,00	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	-0,02	500,0	0,08	-0,03	-0,03	0,1
700,00	700,0	0,06	-0,01	-0,01	700,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
1 000,00	1 000,0	0,09	-0,04	-0,04	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	1 500,0	0,08	-0,03	-0,03	0,2
2 000,00	2 000,1	0,08	0,07	0,07	2 000,0	0,05	0,00	0,00	0,2
3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	-0,01	3 000,0	0,09	-0,04	-0,04	0,3
4 000,01	4 000,0	0,08	-0,04	-0,04	4 000,0	0,08	-0,04	-0,04	0,3

Temp. (°C) Inicial: 24,4 Final: 24,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,18 \times 10^{-6} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,75 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,27 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-456-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,3	24,4
Humedad Relativa	60,0	61,0

6. Trazabilidad

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

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

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 992,7 g para una carga de 4 000,0 g

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

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud 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".

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

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.

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

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,01 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,06	-0,01	3 999,9	0,04	-0,10
2	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,06	-0,02
3	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,08	-0,04
4	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,07	-0,03
5	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,05	-0,01
6	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,08	-0,04
7	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,06	-0,02
8	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,08	-0,04
9	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,07	-0,03
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,05	-0,01
Diferencia Máxima			0,03	0,09		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-456-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 150-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-07

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **TAJ4001**

Número de Serie : **8338110064**

Alcance de Indicación : **4 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**

División de Escala Real (d) : **0,1 g**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **BAL-001**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-06-01**

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

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

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

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

3. Método de Calibración

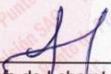
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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