



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023

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

AUTORA:

Paz Valerio, Miseli Kirei (orcid.org/0000-0002-2864-9456)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2023

Dedicatoria

Para mis padres que en la actualidad no se encuentran en el país, que a sus consejos me formaron una persona con muchos principios y valores, por lo que gracias a su ayuda me mantuvieron motivada para seguir y alcanzar mis metas como profesional.

Gracias padre y gracias, madre.

Agradecimiento

A Dios por no dejarme caer, por darme fortaleza para continuar y por ayudarme a prevalecer la fe en todo momento.

A mi madre por haberme enseñado siempre a cumplir con las metas que uno se propone.

A mi padre que día a día con su esfuerzo me impulsa a seguir y lograr mis proyectos.

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023", cuyo autor es PAZ VALERIO MISELI KIREI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 21 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ASCOY FLORES KEVIN ARTURO DNI: 46781063 ORCID: 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 21-12- 2023 20:21:11

Código documento Trilce: TRI - 0705225



Declaratoria de originalidad del autor/ autores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, PAZ VALERIO MISELI KIREI estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

Nombres y Apellidos	Firma
MISELI KIREI PAZ VALERIO DNI: 74828190 ORCID: 0000-0002-2864-9456	Firmado electrónicamente por: MIPAZVA el 21-12- 2023 14:25:51

Código documento Trilce: TRI - 0705223

Índice de contenidos

Carátula.....	i
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.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	20
III.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
III.2. Variables y operacionalización.....	20
III.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	23
III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
III.5. Procedimiento.....	24
III.6. Método de análisis de datos.....	29
III.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clase de suelo y tamaño de partícula	14
Tabla 2: Clasificación del suelo según Índice de Plasticidad.....	16
Tabla 3: Categorías de subrasante.....	18
Tabla 4: Cuadro de operacionalización	21
Tabla 5: Cantidad de muestras	23
Tabla 6: Resumen de los resultados generales y promedios	30
Tabla 7: Resultados del objetivo específico 01	32
Tabla 8: Resultados del objetivo específico 01	32
Tabla 9: Resultados del objetivo específico 01	32
Tabla 10: Resultados del objetivo específico 01	33
Tabla 11: Resultados del objetivo específico 02	33
Tabla 12: Resultados del objetivo específico 03	34
Tabla 13: Resultados del objetivo específico 03	34
Tabla 14: Resultados del objetivo específico 03	35
Tabla 15: Resultados del objetivo específico 03	35
Tabla 16: Resultados del objetivo específico 04	36
Tabla 17: Resultados del objetivo específico 05	37
Tabla 18: Resultados del objetivo específico 06	38
Tabla 19: Resultados del objetivo específico 07	39

Índice de figuras

Figura 1: Recolección de caña de azúcar	25
Figura 2: Recolección de HP	25
Figura 3: Excavación de calicatas	26
Figura 4: Secado de caña de azúcar	27
Figura 5: Secado de HP	27
Figura 6: Quemado de HP	28
Figura 7: Activación de cenizas	28

RESUMEN

La presente investigación propone evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023. Donde la metodología que se empleó es de diseño experimental puro, población desde la progresiva 0+900 km a Progresiva 1+400 km de la avenida Camino Real (III Etapa), técnica Observación e instrumentación de ficha de observación y los resultados según los trabajos de laboratorio se obtuvieron con adición de 5%, 10% y 15% de CBCA y HDP, ensayo granulométrico no menora ni empeora, la adición de 5% de CBCA y HDP mejora el Optimo contenido de humedad de la subrasante en un 10.4%, ensayo de Limites de Atterberg de la subrasante no mejora ni empeora, ensayo de Proctor modificado en Optimo contenido de humedad mejoro un 10.4% y Máxima Densidad Seca en un 2.027 gr/cm³, ensayo de CBR en 5% de CBCA y HDP mejora los resultados, en un 12.65% al 95% de MDS.

Palabras clave: Subrasante, propiedades físicos-mecánicas, ceniza de hojas de plátano (HDP), ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA)

ABSTRACT

This present investigation proposes to assess how sugarcane bagasse ash and banana leaf influence the physical-mechanical properties of the subgrade on Camino Real avenue, Chimbote - 2023. Where the methodology used is of pure experimental design, population from the 0+900 km progressive to the 1+400 km progressive of Camino Real avenue (III Stage), Observation technique and observation sheet instrumentation and the results according to the laboratory work were obtained. with the addition of 5%, 10% and 15% of CBCA and HDP, the granulometric test does not decrease or worsen, the addition of 5% of CBCA and HDP improves the Optimum moisture content of the subgrade by 10.4%, the Atterberg Limits test of the subgrade does not improve or worsen, the Proctor test modified in Optimum moisture content improved by 10.4% and Maximum Dry Density by 2.0 27 gr/cm³, CBR assay in 5% CBCA and HDP improves the results, by 12.65% to 95% MDS.

Keywords: Subgrade, physical-mechanical properties, banana leaf ash (HDP), sugarcane bagasse ash (CBCA).

I. INTRODUCCIÓN

En la realidad problemática a nivel internacional, es claro que las vías de acceso son vitales para el desarrollo de un país, por ello, en los lugares donde se han realizado diversas obras, continuamente se ha buscado mejorar las propiedades del terreno, de tal manera que puedan garantizar la calidad de estas, pero, en vista que no todos los suelos cumplen con las condiciones óptimas, se ha buscado realizar diferentes métodos para mejorar la estabilidad y durabilidad de estos. En consecuencia, ha sido indispensable complementarlo utilizando diferentes aditivos; a su vez, sumado la realidad ambiental y económica, se ha buscado alternativas viables. En Brasil se elaboró un artículo de cenizas de cáscara de arroz y la reacción álcali sílice, mediante este estudio se evidenció la necesidad de estudiar diferentes opciones que empleen minerales, hormigón y cemento. (Batic, et al., 2010). A nivel nacional, en el Perú, existen diferentes tipos de suelos pobres, entre arenosos y arcillosos, por lo que es importante algún tipo de modificación para optimizar las propiedades físico-mecánicas para la construcción de diferentes caminos. Asimismo, es de suma importancia considerar que el Perú es un país productor de varios frutos, entre ellos la caña de azúcar, que produce alrededor de 10 500 000 toneladas al año, en un promedio de ochenta y cinco mil hectáreas (FAO, 2020). Por otro lado, cabe mencionar que, según estadísticas peruanas, anualmente se producen unas 191 000 toneladas de banano (INEI, 2018) y, gracias a la riqueza de este fruto, el bagazo de caña de azúcar y la Hoja de Plátano (HP) se utilizan para diferentes fines. Entre sus aplicaciones, la ceniza de bagazo se ha utilizado en ingeniería como aditivo para estabilizar las superficies de las carreteras, a diferencia de las hojas de plátano, que se pueden utilizar como aditivo o sustituto para mejorar la resistencia del pavimento de las carreteras; gracias a sus excelentes propiedades estos insumos debidamente procesados se han incorporado al campo de la construcción. A nivel local, existen problemas en los suelos de la ciudad de Chimbote, debido a que los suelos predominantes en su mayoría son suelos inadecuados, es decir con un nivel bajo de capacidad de soporte, asimismo, en algunos sectores de la ciudad el nivel de capa freática es elevada, los suelos que predominan no son los más estables, en consecuencia, los hace no aptos para una subrasante y a su vez, otros suelos son de baja resistencia,

siendo de necesidad el mejoramiento de suelo por estabilización. Debido a la alta demanda que genera el sector transporte en Chimbote, se ve la necesidad de diseñar una infraestructura vial óptima, que cumpla su periodo de vida útil, en general los pavimentos flexibles están diseñados para un periodo de 20 años, usualmente este periodo de vida útil no suele cumplirse y en el transcurso de los años se evidencian hundimientos, grietas superficiales en gran parte de la infraestructura vial (Valladares, 2019)

Ante lo expuesto, se plantea el problema general: ¿De qué manera influye la adición de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) y HP en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023?

La presente investigación tiene una justificación teórica, en vista que se estipula obtener el porcentaje necesario de adición de CBCA y ceniza de HP, en ese sentido se logra la proporción correcta para garantizar la estabilidad del suelo de acuerdo a la Norma Técnica Peruana y el Manual de Ensayos de materiales del MTC, lo que a su vez ayuda a seguir investigando para aumentar el conocimiento científico y emplear su uso para mejorar la subrasante de las carreteras, también cuenta con una justificación metodológica, porque en su consecuencia se desarrolló un estudio cuasi experimental para clarificar los objetivos propuestos, empleando un proceso sistemático elaborado basado en la investigación metodológica; se realizó ensayos de laboratorio para obtener los datos más exactos y en consecuencia corroborar u objetar la hipótesis planteada, asimismo servirá para referenciar futuras investigaciones referentes al mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, a su vez se anexan datos referentes a las propiedades de la CBCA y ceniza de HP para comprender mejor cómo cambia las propiedades físico-mecánicas de la subrasante.

De lo planeado, decimos que, el Objetivo General (OG) es: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante. Los Objetivos Específicos (OE) son: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en la granulometría de la subrasante, Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el contenido de humedad de la subrasante, Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el Límite de Atterberg de la subrasante, Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el Proctor modificado de la subrasante, Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el CBR de la subrasante, Evaluar de qué manera influye

la CBCA y HP en las propiedades físicas de la subrasante y Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en las propiedades mecánicas de la subrasante. Cabe mencionar que los objetivos estuvieron enfocados en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023

Tenemos como Hipótesis General (HG): La influencia de la CBCA y HP mejora las propiedades físico-mecánicas de la subrasante. Como Hipótesis Específicas (HE) tenemos: La influencia de la CBCA y HP mejora la granulometría de la subrasante, La influencia de la CBCA y HP mejora el contenido de humedad de la subrasante. La influencia de la CBCA y HP mejora el Límite de Atterberg de la subrasante. La influencia de la CBCA y HP mejora el Proctor modificado de la subrasante. La influencia de la CBCA y HP mejora el CBR de la subrasante. La influencia de la CBCA y HP mejora las propiedades físicas de la subrasante. La influencia de la CBCA y HP mejora las propiedades mecánicas de la subrasante. Cabe mencionar que las hipótesis estuvieron enfocadas en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los estudios de investigación en el plano internacional se menciona los siguientes:

Para Pérez, Insuasty y Buesaquillo (2022), en su investigación desarrollada en Colombia, la población fue la subrasante en el sector “el molino El Escobal”, tuvo el objetivo: “Evaluar los efectos resultantes tras añadir la CBCA, a la muestra de suelo de subrasante del Km 11 Vía Ibagué - Girardot en el sector de Molino El Escobal en barrio Picalaña, en el 0%, 3%, 5% y 7%”

Obtuvo como resultados:

Para el ensayo de CBR en la muestra patrón se obtuvo 49.5 lbf/pulg²

Se mejoró la resistencia de la subrasante:

3% de adición de CBCA obtuvo 59.1 lbf/pulg²

5% de adición de CBCA obtuvo 61.7 lbf/pulg²

7% de adición de CBCA obtuvo 65 lbf/pulg²

Se concluye que el mejor resultado fue con 7% de adición de CBCA obtuvo 65 lbf/pulg².

Para Pper (2021), utilizando residuo de CBCA obtuvo como resultados:

Empleando 3% de CBCA y cemento, obtuvo resistencia a la base estabilizante con un porcentaje de suelo del 97%.

Empleando 5% de CBCA y cemento, obtuvo resistencia a la base estabilizante con un porcentaje de suelo del 95%.

Empleando 7% de CBCA y cemento, obtuvo resistencia a la base estabilizante con un porcentaje de suelo del 93%.

Para Camelo y Gonzales (2021), utilizando cal y ceniza volcánica en su investigación desarrollada en Colombia, tuvo 5 muestras, con el propósito de “evaluar las propiedades resilientes de la subrasante estabilizada con ceniza volante para pavimento flexible convencional”, obtuvieron los siguientes resultados: Para 4% y 2% de ceniza y cal, disminuye la deformación vertical en un 87.51%, además aumenta la resistencia del pavimento en 61.04%.

Para 8% de ceniza y cal, disminuye la deformación vertical en un 88.92%, además

aumenta la resistencia del pavimento en 53.42%.

Para 10% de ceniza y cal, disminuye la deformación vertical en un 89.92%, además aumenta la resistencia del pavimento en 114.76%.

Concluyeron que utilizando cal y ceniza volcánica en porcentajes de 2%, 4% y 10% los resultados presentan mejor estabilización de capas subrasantes en pavimento flexible.

Para Asad (2021), utilizando cenizas de bagazo en su investigación desarrollada en Pakistán, empleando como instrumento ficha de observación, con el objetivo de mejorar la utilidad de los pavimentos asfálticos, obtuvo los siguientes resultados:

Para sílice de ceniza de bagazo arrojan un rango desde 60% a 80%.

Para hormigón asfáltico con 90,70 % de agregado grueso, 5,00 % CBCA y 4,30 % de betún 60/70.

Para ceniza de bagazo obtienen que el descenso de temperatura varía del 2% al 7%.

Se concluye que la CBCA es un aporte significativo para el estudio de la presente investigación.

Para Ojeda, Mendoza, y Baltazar (2018), utilizando adición de ceniza de bagazo en su investigación desarrollada en Veracruz-México, con 12 muestras del suelo natal de la ciudad de Xalapa, tuvo como objetivo emplear ceniza de bagazo sustituyendo parte del Cemento Portland Compuesto con la finalidad de mejorar las características del terreno, usando como instrumento de investigación ficha de observación. Obtuvo como resultados:

Sustituyendo un 25%, se obtuvo recuperación en ensayos de compactación, CBR y resistencia a la compresión simple, siendo similar a la adición de 100% de Cemento portland.

Sustituyendo un 50%, obtuvo mejoramiento en las propiedades del suelo.

Para la adición del 5% y 7% valores de CBR empleando la CBCA material único muestra incrementos en su resistencia.

Se concluye que el mejor resultado fue sustituyendo 5% y 7%.

Para Galindo, Chinchilla y Sierra (2019), utilizando CBCA y cemento hidráulico en

su investigación desarrollada en Ibagué-Colombia, con una muestra de 13 mezclas, tuvo como objetivo “determinar la viabilidad de reemplazar parcialmente el cemento hidráulico por CBCA en el suelo-cemento para la estabilización de subrasantes”, empleando como instrumento una ficha de observación; obtuvieron como resultados:

En la sustitución de CBCA por cemento hidráulico no se observaron mejoras con relación a la sustitución solo con cemento hidráulico.

Además, en 50% CBCA y 50% cemento, se obtuvo que la resistencia es mayor a la del suelo natural, siendo viable la sustitución parcial de cemento por CBCA.

Concluyeron que la mejor resistencia se obtuvo a la sustitución del 50%.

Para Araujo y Rodríguez (2019), utilizando cemento portland y cenizas volantes (CBCA), obtuvieron los siguientes resultados:

En 50% CBCA y 50% cemento, se obtuvo que la resistencia es mayor.

Cuando la mezcla de cemento y CBCA fue de 50%, las mejoras en la subrasante se mostraron en 3 porcentajes, 93%, 95% y 97%.

Como antecedentes nacionales se presentan los siguientes:

Para Marín y Martínez (2022), utilizando adición de CBCA en su investigación desarrollada en Nuevo Chimbote, empleando como población AA.HH. Sanchez Milla y tomando como muestra 03 calicatas, tuvieron como objetivo de diagnosticar la influencia de la CBCA en la estabilización de subrasante, empleando como instrumento de recolección de datos una ficha de laboratorio.

Obtuvieron los siguientes resultados:

En adición de 10%, 15% y 20%, al 95% de M.D.S, se obtuvo 24.70 gr/cm³, 27.30 gr/cm³ y 33.30 gr/cm³, siendo una mejora con respecto a la muestra patrón que arrojó 21.5 gr/cm³.

En cuanto al ensayo granulométrico calicata 01, 02 y 03 se obtuvo por AASHTO A - 3 (0) y por SUCS - Arena mal graduada (SP).

Se concluye que el mejor resultado fue al 20%.

Para Monteza (2021), utilizando ceniza de cáscara de coco, desarrolló una

investigación en Lima, como población subrasante de 3.19 km, con una muestra de 8 cuadras de la Calle Juan Velasco, el objetivo de probar la influencia de las CCC en la estabilización de la subrasante de la Calle Juan Velasco, obtuvo como resultado:

En la muestra patrón en el ensayo de Límites de Atterberg no se observó mejoras ni disminución, dando como resultado suelo No Plástico (NP).

1.5% de CCC en el ensayo de Límites de Atterberg no se observó mejoras ni disminución, dando como resultado suelo NP.

5% de CCC en el ensayo de Límites de Atterberg no se observó mejoras ni disminución dando como resultado suelo NP.

8% de CCC en el ensayo de Límites de Atterberg no se observó mejoras ni disminución dando como resultado suelo NP.

En 8% de adición de CCC, aumentó un 25.8% en CBR al 95% de la M.D.S.

En 8% de adición de CCC, aumentó un 33.8% en CBR al 100% de la M.D.S.

En 1.5% de adición de CCC, bajo el contenido de humedad en 7% y la M.D.S en 980.2gr/cm³

En 5% de adición de ceniza de CCC, bajo el contenido de humedad en 6.7% y la M.D.S en 980.2gr/cm³

En 8% de adición de CCC, bajo el contenido de humedad en 6.5% y la M.D.S en 987 gr/cm³

Se concluye que la dosificación más favorable fue el 8%.

Para Salas (2022), incorporando CBCA en su investigación desarrollada en Abancay, como población el camino vecinal San Gabriel, tuvo como objetivo calcular la influencia de la CBCA para el mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel, como instrumento empleó ficha de recolección de información, donde obtuvo el siguiente resultado:

Un óptimo contenido de humedad bajo, siendo en la muestra patrón 10.40%, con 5% de adición, 9.50%, con 10%, 8.50% y con 15%, 7.90%.

En la muestra patrón, el CBR al 95%, obtuvo una resistencia en la muestra patrón de 5.30%, siendo una subrasante pobre, por lo que adicionando:

5% de CBCA se obtuvo 13.27%.

10% de CBCA se obtuvo 19.10%.

15% de CBCA se obtuvo 21.90%.

En la muestra patrón, el CBR al 100%, obtuvo una resistencia en la muestra patrón de 5.94%, siendo una subrasante pobre, por lo que adicionando:

5% de CBCA se obtuvo 16.76%.

10% de CBCA se obtuvo 23.76%.

15% de CBCA se obtuvo 25.29%.

Se concluye que el mejor resultado obtenido fue con incorporación al 15% de CBCA.

Para Aquino (2020), utilizando CBCA, obtuvo como resultado:

Para mezclas de cemento al 5% y 10% aportan resistencia y con densidad de 1.92 gr/cc a 2.00 gr/cc.

Para la tasa base se incrementó al 60%, por lo que se redujo en un 25% después de agregar CBCA.

Para More e Ydrogo (2019), en su investigación utilizando resina de banano como adición, desarrollada en Cacatachi-Chirapa; la muestra fue extraída de los suelos de arena arcillosa existentes de la carretera Cacatachi-Chirapa; quienes tuvieron el objetivo de determinar la estabilidad del suelo mediante el instrumento de recolección de datos empleando una ficha de laboratorio, obtuvieron los siguientes resultados:

Ensayo granulométrico para la muestra patrón por sistema de clasificación AASHTO A-4(1) se obtuvo y por SUCS (SC)

Límites de Atterberg, para la muestra patrón el IP 9.45%

Para la muestra patrón se obtuvo como Limite liquido 31.55%

Para la muestra patrón se obtuvo como Limite plástico 32.10%

Proctor Modificado, para la muestra patrón obtuvo como M.D.S. 1.96 gr/cm³ y en adición de:

1.25% obtuvo como M.D.S. 1.98 gr/cm³

2.50% obtuvo como M.D.S. 2.06 gr/cm³

5% obtuvo como M.D.S. 2.02 gr/cm³

Contenido de Humedad, para la muestra patrón se obtuvo 11% y en adición de:

1.25% obtuvo 11%

2.50% obtuvo 11%

5% obtuvo 11%

CBR, para la muestra patrón obtuvo 6.60% al 95% de M.D.S.

1.25% obtuvo 8% al 95% de M.D.S

2.50% obtuvo 12.50% al 95% de M.D.S

5% obtuvo 11% al 95% de M.D.S

Se concluyó que el mejor resultado fue con adición del 5%.

Para Herbas y Vargas (2020), empleando CHP y vidrio reciclado en su investigación desarrollada en Mala; con una población comprendida por 63 probetas y una muestra de 48 vigas para el ensayo de flexión, tuvieron el objetivo de determinar si el nivel interno fracciones de 7%, 14% y 21%, con diseño compuesto f'c 210 kg/cm², empleando como instrumento el formato de recolección de datos de laboratorio; donde obtuvieron los siguientes resultados:

Cuando se realizó concreto normal, el f'c de 234.07 kg/cm², retracción de 3 pulgadas y módulo de ruptura de 35.63 kg/cm² a los 28 días.

Cuando se sustituyó con vidrio reciclado en 7% el f'c fue de 238.00kg/cm², para 14% un f'c 212.37kg/cm² y en un 21% el f'c fue de 197.30kg/cm².

Cuando se sustituyó con CHP en un 7% el f'c fue 226,87 kg/cm², en un 14% el f'c fue 246,47 kg/cm², y en un 21% un f'c 204,64 kg/cm².

Además, el slump para el vidrio en un 7% fue de 4", para 14% un 4.25" y para 21% un 5"; y para las cenizas fue de 3.5", 3.25" y 3" por asentamiento, respectivamente.

Se obtuvieron los resultados siguientes para el módulo de rotura empleando vidrio:

En un 7% 34.62kg/cm²

En un 14% 32.89kg/cm²

En un 21% 29.24kg/cm²

Empleando cenizas en un 7% 32.60kg/cm²

En un 14% 34.45kg/cm²

En un 21% 32.49kg/cm²

Concluyeron que el mejor resultado en cuanto a resistencia a la comprensión fue al reemplazo del 7% con respecto al peso del cemento.

Para Corrales (2021), que tuvo como objetivo, diagnosticar la modificación de la

estabilización a nivel de subrasante con la adición de ceniza de tallo de banano. Tuvo como principal resultado que la plasticidad se reduce de 7.80% a 0.9% cuando se le agrega 3% CTB.

El resultado de la compactación disminuyó de 1,58 g/cm³ a 1,574 g/cm³ con la adición de 5,5 g de CTB.

Los resultados obtenidos en la prueba del módulo resiliente aumentan de 6104.8 psi a 9899.2 psi, incluyendo 7% de ceniza.

En el ensayo de Proctor Modificado en la muestra patrón obtuvo en la MDS 1.580 gr/cm³ y con la adición de:

3% de CDP la compactación varía en la MDS 1.569 gr/cm³

5% de CDP la compactación varía en la MDS 1.574 gr/cm³

7% de CDP la compactación varía en la MDS 1.545 gr/cm³

Para el ensayo de contenido de humedad la muestra patrón obtuvo 24.20% y los resultados que obtuvo con la adición de:

3% incrementó a 22.90%

5% incrementó a 23.60%

7% incrementó a 24.40%

La **variable independiente** por estudiar es la CBCA (CBCA), el cual según Chávez (2017) la define como subproducto de desecho de azúcar, este material se utiliza a menudo en varias áreas, como la construcción; una de las propiedades sobresalientes de la ceniza de la caña de azúcar es su alto grado de sílice, que es un importante residuo para la estabilización de suelos (p. 29).

Según Vidal, Torres y Gonzales (2014) argumenta que las CBCA se pueden adicionar al cemento para la innovación de materiales de construcción. Este residuo es considerado por algunos investigadores como puzolánico, por su alta cantidad de SiO₂. (p.16)

Según Yepes (2012), menciona que el sílice, también puede encontrarse en las cenizas de escoria, mejora sus propiedades a través del método de compactación, estabilizando la capa base para una mejor adhesión debido a sus propiedades cementantes, mejorando así sus características mecánicas y fisicoquímicas.

Para Apaza (2018), define la CBCA como el producto de la molienda de la caña de azúcar en la que se extrae el jugo de caña de azúcar para formar el jugo. Luego pasan a una caldera que se usa como combustible para generar vapor que es beneficioso para el proceso industrial, y las cenizas extraídas se dirigen a tanques de sedimentación para capturar las partículas volátiles y evitar que se expandan. Luego pasan a ser extraídas en fajas transportadoras y almacenadas para su eliminación. (p.33)

Para Guerrero (2020), denominada como CBCA, es el resultado del quemado de CBCA en calderas; el suelo recolectado durante la cosecha y el clima son factores que afectan significativamente la producción y el rendimiento de este producto. (p.10)

Según Coronel (2020), producido por calcinar la corteza de la caña de azúcar, la cual se debe secar y luego incinerar a temperaturas altas, se extraen del fondo de las calderas; además es un material de desecho no cohesivo comportándose como un material puzolánico. (p.28)

La ceniza de bagazo tiene propiedades similares al cemento que permiten que la mezcla se adhiera al material base y, por lo tanto, proporciona un material homogéneo que logrará una buena compacidad y resistencia cuando se compacte.

Asimismo, como **variable independiente** las cenizas de HP (CHP), el cual según Herbes y Vargas (2018), la define como el resultado de la quema de residuos vegetales de los árboles que no ha sido alterada por algún químico, por lo que la ceniza conserva sus propiedades, asimismo en el ámbito de la construcción se utilizan como aglutinante puzolánico para mezclar cemento. (p.11)

Para Verastegui (2022), producto de calcinación a más de 900°C por 24 horas; obteniéndose ceniza puzolánica que puede usarse en la construcción como en la agricultura, conformadas por un 48.7% de sílice, 2.6% de óxido de aluminio, 1.4% de hierro, entre otros compuestos. (p.8)

La **variable a estudiar dependiente** es las propiedades físico-mecánicas, el cual según Hinojosa (2020) se dice que es un conjunto de procesos físicos y mecánicos que cambian las propiedades de un suelo inadecuado o pobre, haciéndolo de baja resistencia y, por lo tanto, adecuado para los requisitos de los diferentes usos de la carretera. (p. 30)

La **dimensión de la variable dependiente** es las propiedades físicas, el cual según el sitio web Todo de Ingeniería civil menciona tres propiedades: Granulometría, Clasificación de suelos y Optimo Contenido de Humedad.

Con el fin de identificar y cuantificar las propiedades del suelo a través de pruebas, su objetivo es diseccionar sistemáticamente los diferentes tipos de suelo existentes y obtener una comprensión preliminar de sus propiedades físicas y geomecánicas.

A su vez **la dimensión de la variable dependiente** son las propiedades mecánicas, según Pinto (2021) la define como propiedades de capacidad de cada suelo, comprendida por resistencia a la compresión y grado de expansión del suelo. (p.29)

Según Ocampo (2021), las propiedades mecánicas están comprendidas por, grado de compactación del suelo, esfuerzo de compactación del suelo, tipo de suelo y resultados de ensayo de CBR; estas propiedades determinan la resistencia de la subrasante para la elaboración de pavimentos, observando si están aptas o necesitan ser mejoradas. (p.12)

Según Argandoña y Palomino (2019), las propiedades definirán la dimensión o espesor del pavimento ya sea rígido o flexible, para que esto sea posible se usa el ensayo de CBR, determinando la resistencia máxima del suelo sujeto a las cargas de tránsito. (p.41)

Para Quispe (2020), las propiedades mecánicas se conforman por ensayo proctor, ensayo CBR y expansión del suelo; estas propiedades buscan obtener la resistencia de la subrasante para determinar si es necesario o no, un mejoramiento.

(p.40)

El **indicador de la variable dependiente** es la Granulometría, el cual según La Norma Técnica Peruana 400.012 (2001) la define como un ensayo para determinar la composición del tamaño de partícula del agregado utilizando un tamiz estandarizado, mientras que el módulo de finura del agregado se determinará como datos para nuestro diseño de mezcla.

Para Abanto y Salinas (2021), la granulometría, es el tamaño del tamiz que conforman una muestra, que suelen ser de suelos, determinando sus propiedades mecánicas y físicas, además es fundamental para el comportamiento del suelo.
(p.31)

Para Terrones (2018), la granulometría, es un ensayo por tamizado, donde el tamiz N° 200 determinará el comportamiento del suelo, además de las propiedades que tendrá. (p.101)

Para Toirac (2021), el tamaño de partícula se selecciona según el tamaño de las partes de los agregados determinados por análisis de malla. Es la medida de partículas según lo indicado por la deposición y el cálculo de la cantidad de cada tamaño que corresponde a la predicha por la escala de tamaño de partículas.

Para Apaza (2018) la granulometría es una prueba diseñada para cuantificar la partición del tamaño de partículas de agregados gruesos y finos en un material a través de un tamiz con aberturas cuadradas progresivamente más pequeñas. Este método también se puede utilizar utilizando una cuadrícula normalizada.

Según la MTC (2014) indica que el propósito del análisis granulométrico del suelo es identificar el equilibrio de sus diferentes partes, para ser organizado de la manera correcta de su crecimiento. Por otra parte, "representa la distribución del tamaño del agregado cuando se analiza mediante el tamizado según especificaciones técnicas".

El propósito del ensayo granulométrico del suelo es identificar el equilibrio de sus

diferentes partes, para ser organizado de la manera correcta de su crecimiento. (p.33)

Tabla 1: Clase de suelo y tamaño de partícula

Material		Tamaño
Grava		Arena gruesa (2.00mm - 4.75mm)
Arena		gruesa (2.00mm - 4.75 mm)
		media (0.425 mm - 2.00mm)
		finas (0.425mm – 0.075mm)
	Limo	0.075mm - 0.005mm
Material Fino	Arcilla	< a 0.005mm

Fuente: (MTC, 2014, p. 33)

El **indicador de la variable dependiente** es Contenido de Humedad, el cual según Ocampo (2021) la define como la propiedad que permite conocer la cantidad de agua que posee una subrasante, es decir el porcentaje que tiene el suelo sobre la saturación, relacionando el peso del agua con el peso de los sólidos que contiene la subrasante. (p.6)

Para Murga (2020), contenido de humedad, se refiere al vínculo que existe entre el peso del agua que tiene el suelo y el peso deshidratado del mismo. (p.10)

Según Argandoña y Palomino (2019), el contenido de humedad es el contenido total de agua de un conjunto, ya sea una subrasante, en su estado seco. (p.43)

Según Avila (2021), define al contenido de humedad como la relación entre el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de casa suelo o subrasante; arrojando un óptimo contenido de humedad, el cual ayuda a obtener una capacidad portante óptima. (p.42)

Para Bartolo y Dominguez (2021), el contenido de humedad determina la cantidad en porcentaje, de agua que tiene algún material sólido, ya que la masa total, se define como la suma de masa seca y masa húmeda. (p.22)

Para Ricra (2022), el contenido de humedad se define como el porcentaje de agua en un suelo o una masa de suelo. (p.63)

El **indicador de la variable dependiente** es Límite de Atterberg el cual según Ocampo (2021) la define como, los límites que permiten conocer el estado en que se encuentran los suelos, además de su comportamiento estructural; también reciben el nombre de límites de consistencia, se dividen en límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y límite de contracción. (p.10)

Según Argandoña y Palomino (2019), los límites de Atterberg se definen como el indicador de plasticidad que tiene un suelo, esta plasticidad está en función al contenido de humedad del suelo o subrasante, se dividen en límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y límite de contracción. (p.46)

Según Torres y Landa (2020), los límites de Atterberg determinan el rango de humedad donde el suelo se mantendrá en estado plástico, determinando la clasificación del suelo. (p.63)

Según Quispe (2020), los límites de Atterberg permiten determinar la sensibilidad de un suelo relacionándolo con su contenido de humedad, de esta manera se definen los límites correspondientes, además miden la cohesión de los suelos, se dividen en límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y límite de contracción. (p.37)

Para Ricra (2022), los límites de Atterberg se definen como la prueba para precisar los estados del suelo, buscando la plasticidad del suelo, siendo necesario el conocimiento del contenido de humedad del suelo. (p.52)

Por otra parte, la MTC (2014), divide los límites de Atterberg:

Límite líquido (LL): Se define como contenido de humedad, que se expresa en porcentaje. Límite plástico (LP): Se define cuando pasa el suelo de estado plástico a uno semisólido y llega a romperse; se expresa en porcentaje. Límite de

contracción: Se define cuando pasa de estado semisólido a sólido y cuando pierde humedad deja de contraerse. Índice de plasticidad (IP): Según MTC (2014), indica la humedad que tendrá el suelo mediante la consistencia plástica, permitiendo saber la clasificación del suelo; cuando existe un alto IP, el suelo será muy arcilloso; cuando existen estos suelos es recomendable estabilizarlos debido a su sensibilidad con el agua. (p.33)

Se determina por: $IP = LL - LP$

Tabla 2: Clasificación del suelo según Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características del suelo
$IP > 20$	Alta	Muy arcillosos
$IP \leq 20$ $IP > 7$	Media	Arcillosos
$IP < 7$	Baja	Poca arcilla
$IP = 0$	NP	Extensos de arcilla

Fuente: (MTC, 2014, p. 34)

El **indicador de la variable dependiente** es Proctor modificado, el cual según Ricra (2022) es un ensayo enfocado en la determinación del Óptimo Contenido de Humedad que necesita un suelo para obtener la mejor compactación con la energía necesaria; con esta prueba se encuentra la compactación perfecta para el suelo, mediante el volumen del contenido de un molde, el cual toma como nombre, densidad relativa en volumen, con una humedad requerida. (p.53)

Según Quispe (2020), el fin de este ensayo es diagnosticar el óptimo contenido de agua, para esto, el suelo debe alcanzar la máxima densidad seca. (p.40)

Según Ipince (2020), es una prueba de compactación de laboratorio que determina el Óptimo Contenido de Humedad del suelo y la masa de materia seca, conocida

como curva de compactación. (p.22)

Según Argandoña y Palomino (2019), definen al Proctor modificado como una analogía para 2 valores entre el peso unitario seco y el contenido de humedad, "compactando con un martillo de 44,5 N (10 lb) dentro de un diámetro de 101,6 mm o 152,4 mm (4 o 6 in); distancia de caída 457 mm (18 pulgadas), lo que resulta en una energía de compactación de 2700 kN-m/m³ (56 000 ft-lb/ft³)", además este ensayo solo se puede usar cuando el suelo tiene 30% o menos en peso de lo que retiene en el tamiz de ¾". (p.54)

Para Neyra (2020); define a este ensayo, como la prueba con el objetivo principal de que de acuerdo con la norma NTP 339141, será determinar la M.D.S. y el contenido óptimo de humedad de un suelo compactado en un molde estándar en caída libre utilizando un pistón de masa conocida con cierta cantidad de energía. (p.18)

El **indicador de la variable dependiente** es CBR, el cual según Ricra (2022) es la prueba que determina la capacidad de carga que tiene el suelo, la cual estará sujeta a las cargas de ruedas por el tránsito, determinando la capacidad para soportar una estructura. (p.53)

Según Quispe (2020), se define como el soporte o la resistencia del suelo, el cual se refiere al 95% de la máxima densidad seca y se usa una penetración de carga de 2.54mm, se deben tener en cuenta, diferentes puntos que son determinados por el Manual de Carreteras. (p.41)

Según Salas (2022), es una prueba para evaluar la durabilidad de la subrasante, base o materiales; el valor que se obtiene del ensayo es fundamental para tomas de diseño. (p.11)

Según Argandoña y Palomino (2019), definen al CBR, como el ensayo que determinará el número de relación de soporte, que se obtiene entre la carga unitaria requerida para que un pistón penetre la subrasante con la carga unitaria necesaria;

este ensayo hace referencia al 95% de MDS, con una penetración de 2.54mm. (p.56)

Para Neyra (2020); el ensayo CBR, Se determina utilizando las normas NTP 339.145 y ASTM D 698-70 como indicador de la resistencia al corte del suelo en condiciones determinadas por la máxima densidad seca y el contenido óptimo de humedad obtenidos en el Proctor modificado. (p.20)

Para Oliveros y Silva (2022), ensayo para determinar el índice de resistencia del suelo, el cual se elaboró en un laboratorio, además se debe determinar en dimensiones de densidad y humedad. (p.10)

Por otra parte, el MTC (2014), determina que el CBR para el diseño de la subrasante debe considerar los siguientes puntos:

- En zonas con más de 6 ensayos de CBR, y por consiguiente más de 6 valores, se considerará el CBR, el promedio total de los valores, analizados por sectores homogéneos. (p.37)
- Cuando existen zonas con menos de 6 ensayos, se debe tener en cuenta: cuando son valores similares, tomar valor promedio; cuando no son similares, entonces se debe tomar el valor crítico. (p.37)
- Cuando ya se tiene definido el CBR de diseño, se debe tener en cuenta la siguiente tabla para categorizar la subrasante. (p.37)

Tabla 3: Categorías de subrasante

Categoría de Subrasante	CBR
<i>Subrasante inadecuada (S₀)</i>	<i>CBR mayor a 3%</i>
<i>Subrasante Pobre (S₁)</i>	<i>De CBR ≥ 3% a CBR < 6%</i>
<i>Subrasante regular (S₂)</i>	<i>De CBR ≥ 6% a CBR < 10%</i>
<i>Subrasante buena (S₃)</i>	<i>De CBR ≥ 10% a CBR < 20%</i>

<i>Subrasante muy buena (S₄)</i>	<i>De CBR≥20% a CBR<30%</i>
<i>Subrasante excelente (S₅)</i>	<i>CBR≥30%</i>

Fuente: (MTC, 2014, p. 37)

Los resultados de los ensayos como Granulometría serán procesados según Sistema de Clasificación AASHTO y SUCS; el contenido de humedad en base al MTC E 108, los límites de Atterberg en base al ASTM D 4318, el Proctor Modificado en base al ASTM D 1557 y el ensayo de CBR según en base al NTP 339.127. Por lo que, se mostrará el proceso y resultados de la presente investigación siguiendo la Norma Técnica Peruana y el Manual de Ensayos de materiales del MTC.

III. METODOLOGÍA

III.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Básico de Laboratorio, según Arias (2022), indica que el investigador manipula la variable independiente en un ambiente controlado para obtener resultados y/o el efecto de la variable dependiente, con el propósito de corroborar la hipótesis planteada. (p. 69)

Diseño de investigación

Cuasi Experimental, según Arias (2022) este diseño de investigación presencia un grupo de comparación o control, es imposible utilizar sujetos de forma aleatoria, es decir estos sujetos están preelegidos, pueden ser medidos, asimismo aplicar instrumentos de medición más de tres veces e incluso manipular la variable. (p. 61)

III.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente 1: Cenizas de bagazo de caña de azúcar

Según Chávez (2017), CBCA es el resultado del proceso de producción de azúcar, este material se utiliza a menudo como combustible para calentar alambiques de caña de azúcar; la CBCA se usa comúnmente en la construcción o la agricultura; una de las características de la ceniza de caña de azúcar es su alto contenido de sílice, que es un importante material estabilizador del suelo. (p. 29)

Variable Independiente 2: Cenizas de HP

Según, Lafarge North America (2009), Cenizas de HP, es el resultado que se produce al quemar el residuo vegetal y no contienen compuestos. (p.1)

Variable Dependiente: Propiedades Físico-Mecánicas

Según, Hinojosa (2020) La subrasante está conformada por procesos físicos y mecánicos que tienden a cambiar las propiedades de suelos pobres o inadecuados con baja resistencia para cumplir con los requisitos necesarios para su uso en diversos tipos de caminos. (p.30)

Tabla 4: Cuadro de operacionalización

VARIABLES	DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	OBJETIVOS
CBCA	Para Chávez (2017), CBCA es el resultado del proceso de producción de azúcar, este material se utiliza a menudo como combustible para calentar alambiques de caña de azúcar; la CBCA se usa comúnmente en la construcción o la agricultura; una de las características de la ceniza de caña de azúcar es su alto contenido de sílice, que es un importante material estabilizador del suelo. (p. 29)	Por sus propiedades, la ceniza de caña de azúcar se evalúa en términos de estabilidad de la subrasante, humedad y dosificación.	Porcentaje de adición	5%	OG
				10%	Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023
CENIZAS DE HP	Para Lafarge North America, (2009), las Cenizas de HP, es el resultado que se produce al quemar el residuo vegetal y no contienen compuestos. (p.1)	Por sus propiedades, la ceniza de HP se evalúa en términos de estabilidad de la subrasante, humedad y dosificación.		15%	OE
PROPIEDAD ES FÍSICO-MECÁNICAS	Para Hinostrza (2020) La subrasante es un conjunto de procesos físicos, mecánicos que	Las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante se ven		Granulometría (SUCS Y AASHTO)	Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en la granulometría de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023

<p>tienden a cambiar las propiedades de suelos pobres o inadecuados de baja resistividad para cumplir con los requisitos necesarios para su uso en varios tipos de caminos. (p.30)</p>	<p>reflejadas en el comportamiento que toma el suelo, cuando no se cumple se procede al mejoramiento mediante la adición de productos como ceniza de caña de azúcar y ceniza de HP.</p>	Propiedades físicas	Contenido de Humedad (%)	Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el contenido de humedad de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023
			Límite de Atterberg (%)	Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el Límite de Atterberg de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023
		Propiedades Mecánicas	Proctor Modificado (% gr/cm ³)	Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el Proctor modificado de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023
			CBR (%)	Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el CBR de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023
				Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en las propiedades físicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023
				Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en las propiedades mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023

Fuente: Elaboración propia

III.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Progresiva 0+900 km a Progresiva 1+400 km de la avenida Camino Real (III Etapa).

La vía de estudio cuenta con 0.5 km de longitud, que, dada la densidad vehicular, se clasifica como Carretera de primera clase, y según el Manual Técnico de Carreteras - MTC señala que para las carreteras de primera clase es necesario realizar 4 calicatas por km, por lo que teniendo un área de estudio con 0.5 km de longitud desde la progresiva 0+900 km a la progresiva 1+400 km de la avenida Camino Real (III Etapa) será necesario realizar 2 calicatas como mínimo.

Tabla 5: Cantidad de muestras

PORCENTAJE	CALICATAS		SUB TOTAL
	C-1	C-2	
0%	1	1	2
5%	1	1	2
10%	1	1	2
15%	1	1	2
TOTAL			8

Fuente: Elaboración propia

- **Criterios de inclusión:** las características del suelo deben ser: tipo arena bien graduada (SW), que el material sea procedente de la avenida de estudio.
- **Criterios de exclusión:** Si se requiere proponer en las características de suelos, todos los que no cumplan con los criterios de inclusión.

Muestra: Se trabajará con la población total.

Muestreo: No se aplicó ninguna técnica de muestreo.

Unidad de análisis: Tramo de la subrasante de la avenida camino Real - III Etapa.

III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Observación de ensayo de laboratorio, para Reyes (2022) la define como la etapa en la que se da el contacto con el objeto o fenómeno que llama la atención y cuyos orígenes desconocemos, captando a nivel superficial los factores que aparentan relevantes, explicarnos los orígenes que en ella se ubica en el vago conocimiento, también llamada hipótesis.

Instrumentos de recolección de datos

Ficha de observación de ensayo de laboratorio, según Gonzáles y Covinos (2021) indican que se utiliza para medir, analizar o evaluar un objeto específico (obtener información de dicho objeto), está destinado a medir una población específica, tiene indicadores y estándares predeterminados. (p.88)

III.5. Procedimiento

El trabajo de campo se inició en el mes de junio con la finalidad de mejorar las propiedades de la subrasante mediante la adición de cenizas de cáscara de caña de azúcar y HP. Para la **obtención del material** bagazo de caña de azúcar se recolectó en una parcela de siembra de caña, que se encuentra ubicada cerca de Tangay-Chimbote, coordenadas -9.022537 y -78.537807. El bagazo de caña de azúcar recolectado se encontró fresco, para posterior a ello ser sometido al proceso de secado óptimo para su incinerado.

Figura 1: Recolección de caña de azúcar



Fuente: *Elaboración propia*

Asimismo, para la recolección de HP, fueron obtenidas del platanal ubicado en el desvío de Guadalupe (ubicada antes del puente del río Santa) coordenadas -8.977641 y -78.623304 estas también se encontraron frescas, para ser sometido al proceso de secado óptimo para su incinerado.

Figura 2: Recolección de HP



Fuente: *Elaboración propia*

Nos trasladamos a la zona de estudio (avenida Camino Real - III Etapa) ubicada en el distrito de Chimbote, provincia del Santa, departamento de

Ancash, para realizar las calicatas, para lo cual se tomó en cuenta que dada la densidad vehicular, se clasifica como Carretera de primera clase, y según el MTC señala que para las carreteras de primera clase es necesario realizar 4 calicatas por km, la vía de estudio cuenta con 0.5 km de longitud desde la progresiva 0+900 km a la progresiva 1+400 km de la avenida Camino Real (III Etapa). Realizadas las calicatas, ubicadas C-1 -9.075799 , -78.575016 y C-2 -9.077661 , -78.575016. Una vez tomadas las muestras se procedió a realizar los ensayos correspondientes (Granulometría, Contenido de Humedad, Límite de Atterberg, Proctor modificado y CBR). Realizados los ensayos se conocerán las propiedades físico-mecánicas de las calicatas, de las cuales se seleccionarán las muestras con resultados menos favorables para al final proceder a adicionar CBCA y ceniza de HP y corroborar si cumplió con la finalidad de mejorar sus propiedades.

Figura 3: Excavación de calicatas



Fuente: Elaboración propia

Para la **preparación del material** se inició con el secado de la cáscara de la caña de azúcar a la intemperie, extendiéndolos en el piso para garantizar que el secado se de homogéneamente durante 10 días, evitando que se contamine con materiales extraños, igualmente para el secado de las HP.

Figura 4: Secado de caña de azúcar



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 5: Secado de HP



Fuente: *Elaboración propia*

Para la incineración, previamente seca la cáscara de la caña de azúcar y la HP se procedió a realizar un horno casero, para la cáscara de caña de azúcar y para la HP, para su quemado y obtención de las cenizas de estas, siempre evitando su contaminación.

Figura 6: Quemado de HP



Fuente: Elaboración propia

Para el proceso de tamizado una vez obtenidas las cenizas de cáscara de caña de azúcar y HP, estas fueron pasadas de manera independiente por el tamiz, para garantizar su homogeneidad y excluir los productos no deseados luego de la incineración. Por último, para el proceso de activación fue necesario realizar ensayos de análisis térmico diferencial (ATD) el cual indicará el nivel de temperatura adecuada para que se activen las cenizas de cáscara de caña de azúcar y las cenizas de HP, sometiéndolas a la mufla al nivel de la temperatura indicada; obtenidas las temperaturas adecuadas para la activación de las cenizas fueron sometidas a la mufla.

Figura 7: Activación de cenizas



Fuente: Elaboración propia

Para el **proceso de la unidad muestral**, como parte de conocer las propiedades físico-mecánicas, de las muestras tomadas de cada una de las calicatas, así como de los suelos bases adicionando las cenizas en los porcentajes establecidos, se realizaron los siguientes ensayos: Granulometría, Contenido de Humedad, Límite de Atterberg Proctor Modificado y CBR, finalmente se culminó el presente proyecto de investigación en Julio.

III.6. Método de análisis de datos

Los resultados de los ensayos como Granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, Proctor Modificado y ensayo de CBR, mostrará su proceso y resultados siguiendo la Norma Técnica Peruana y el Manual de Ensayos de materiales del MTC, además del procesamiento de los datos mediante tablas y/o gráficos del software Microsoft Excel.

III.7. Aspectos éticos

- La presente investigación se desarrolló en base a no contravenir la Constitución política del Perú para garantizar la integridad de esta investigación.
- La presente investigación se desarrolló en base a no contravenir los Derechos Humanos Internacionales.
- La presente investigación se desarrolló en base a no contravenir con el ambiente, flora y fauna.
- La presente investigación se desarrolló en base a no contravenir con la autoría o producto intelectual de otros autores, tanto nacionales como internacionales.
- La presente investigación se rigió en base a los lineamientos establecidos en las Normas Éticas de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

A continuación, se muestra el desarrollo del OG y de los OE enfocados en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023. Por ende, en primera instancia, se desarrolla el OG orientado en: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante.

Tabla 6: Resumen de los resultados generales y promedios

Propiedades Físico-mecánicas		CBCA y ceniza de HP			
		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM
	SUCS	A-1-b	A-2-4	A-2-4	A-2-4
Contenido de Humedad		9.6%	10.4%	12.2%	14.6%
Límite de Atterberg	Limite Plástico	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Limite Liquido	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)	2.079 gr/cm ³	2.027 gr/cm ³	1.949 gr/cm ³	1.833 gr/cm ³
	O.C.H. (%)	9.6%	10.4%	12.2%	14.6%
CBR (%)	Al 95% de M.D.S	5.55%	12.65%	11.24%	8.10%
	Al 100% de M.D.S	13.16%	18.61%	15.41%	13.24%

Interpretación:

De la tabla 6, se observa que, mediante el ensayo granulométrico se clasificó la muestra patrón (0%) por Sistema de Clasificación AASHTO (SP-SM) y SUCS (A-1-b), los resultados obtenidos tras la adición al 5%, 10% y 15% de CBCA fueron los mismos, mediante AASHTO (SP-SM) y SUCS (A-2-4).

También para el ensayo de contenido de humedad, se obtuvo para la muestra patrón (0%) un porcentaje de 9.6%, el contenido de humedad más alto se alcanzó tras la adición de 15% (7.5% CBCA y 7.5% CHP) con un porcentaje de 14.6%, el porcentaje de contenido de humedad más bajo fue tras la adición de 5% (2.5% CBCA y 2.5% CHP) con un resultado de 10.4%.

Asimismo, para los Límites de Atterberg de la muestra patrón (0%) se obtuvo N.P. Límite Plástico y N.L. Límite Líquido, por otro lado, los resultados obtenidos tras la adición de 5%, 10% y 15% de CBCA fueron los mismos, N.P. Límite Plástico y N.L. Límite Líquido.

Para el ensayo de Proctor modificado, se obtuvo para la muestra patrón (0%) 2.079 gr/cm³ de M.D.S. y 9.6% de O.C.H., tras la adición de 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) dio como resultado un 14.6% siendo el mayor porcentaje con O.C.H.; por otro lado, tras la adición al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) dio como resultado 2.079 gr/cm³ siendo el mayor resultado de M.D.S.; con la adición de cenizas al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) se presenta el menor porcentaje en un 10.4% de O.C.H. y tras la adición al 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) dio como resultado 1.833 gr/cm³ siendo el menor resultado de M.D.S.

Finalmente, para el ensayo de CBR, se obtuvo para la muestra patrón (0%) un C.B.R. al 100% de M.D.S. un porcentaje de 13.16% y mediante el C.B.R. al 95% de M.D.S. 5.55%, tras la adición al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) dio como resultado 18.61% de C.B.R al 100% de M.D.S. y 12.65% de C.B.R. al 95% de M.D.S., siendo los mayores porcentajes obtenidos en el ensayo de C.B.R.; con la adición de cenizas al 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) se presenta el menor porcentaje en un 13.24% de C.B.R. al 100% de M.D.S. y 8.10% de C.B.R. al 95% de M.D.S.

Se procede en mostrar el desarrollo del OE 01 orientado en: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en la granulometría de la subrasante

Tabla 7: Resultados del objetivo específico 01

CALICATA 01 – MUESTRA 01		CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
	SUCS	SM	SM	SM	SM

Interpretación:

De la tabla 7, se observa que mediante la aplicación del análisis granulométrico se empleó el sistema de clasificación AASHTO Y SUCS, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) mediante AASHTO (A-2-4) y mediante SUCS (SM). Así mismo, los resultados obtenidos tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) dio como resultado mediante AASHTO (A-2-4) y mediante SUCS (SM).

Tabla 8: Resultados del objetivo específico 01

CALICATA 01 – MUESTRA 02		CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	A-1-b	-	-	-
	SUCS	SP-SM	-	-	-

Interpretación:

De la tabla 8, se observa que mediante la aplicación del análisis granulométrico se empleó el sistema de clasificación AASHTO Y SUCS, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) mediante AASHTO (A-1-b) y mediante SUCS (SP-SM). Por otro lado, no se realizó los ensayos granulométricos en la C-01 (M-02) tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) debido a que se realizó dichos ensayos en la C-01 (M-01).

Tabla 9: Resultados del objetivo específico 01

CALICATA 02 – MUESTRA 1	CBCA y ceniza de HP
--------------------------------	----------------------------

Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	A-1-b	-	-	-
	SUCS	SM	-	-	-

Interpretación:

De la tabla 9, se observa que mediante la aplicación del análisis granulométrico se empleó el sistema de clasificación AASHTO Y SUCS, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) mediante AASHTO (A-1-b) y mediante SUCS (SM). Por otro lado, no se realizó los ensayos granulométricos en la C-02 (M-01) tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) debido a que se realizó dichos ensayos en la C-01 (M-01).

Tabla 10: Resultados del objetivo específico 01

CALICATA 02 – MUESTRA 02		CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	A-3	-	-	-
	SUCS	SP-SM	-	-	-

Interpretación:

De la tabla 10, se observa que mediante la aplicación del análisis granulométrico se empleó el sistema de clasificación AASHTO Y SUCS, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) mediante AASHTO (A-3) y mediante SUCS (SP-SM). Por otro lado, no se realizó los ensayos granulométricos en la C-02 (M-02) tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) debido a que se realizó dichos ensayos en la C-01 (M-01).

Se procede en mostrar el desarrollo del OE 02 orientado en: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el contenido de humedad de la subrasante

Tabla 11: Resultados del objetivo específico 02

CALICATA 01 – MUESTRA 01	CBCA y ceniza de HP
---------------------------------	----------------------------

Propiedades Físico-mecánicas	0%	5%	10%	15%
Contenido de Humedad	9.6%	10.4%	12.2%	14.6%

Interpretación:

De la tabla 11, se observa que mediante la aplicación del análisis de contenido de humedad en base al MTC E 108, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) un porcentaje con contenido de humedad al 9.6%. Así mismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 15% (7.5% de CBCA y % 7.5% de CHP) dio como resultado un 14.6% siendo el mayor porcentaje con contenido de humedad y con adición de cenizas al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) se presenta el menor porcentaje en un 10.4%.

Se procede en mostrar el desarrollo del OE 03 orientado en: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el Límite de Atterberg de la subrasante

Tabla 12: Resultados del objetivo específico 03

CALICATA 01 – MUESTRA 01	CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas				
Límite de Atterberg	0%	5%	10%	15%
Límite Líquido	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.
Límite plástico	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

Interpretación:

De la tabla 12, se observa que mediante la aplicación del análisis de Límite de Atterberg en base al ASTM D 4318, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) (NL) Límite Líquido y (NP) Límite plástico. Así mismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) dio como resultado NL % Límite Líquido y NP% Límite plástico.

Tabla 13: Resultados del objetivo específico 03

CALICATA 01 – MUESTRA 02	CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas				
Límite de Atterberg	0%	5%	10%	15%
Límite Líquido	N.L.	-	-	-
Límite plástico	N.P.	-	-	-

Interpretación:

De la tabla 13, se observa que mediante la aplicación del análisis de Límite de Atterberg en base al ASTM D 4318, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) (NL) Límite Líquido y (NP) Límite plástico. Por otro lado, no se realizó el ensayo de Límite de Atterberg en la C-01 (M-02) tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) debido a que se realizó dichos ensayos en la C-01 (M-01).

Tabla 14: Resultados del objetivo específico 03

CALICATA 02 – MUESTRA 01	CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas				
Límite de Atterberg	0%	5%	10%	15%
Límite Líquido	N.L.	-	-	-
Límite plástico	N.P.	-	-	-

Interpretación:

De la tabla 14, se observa que mediante la aplicación del análisis de Límite de Atterberg en base al ASTM D 4318, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) (NL) Límite Líquido y (NP) Límite plástico. Por otro lado, no se realizó el ensayo de Límite de Atterberg en la C-02 (M-01) tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) debido a que se realizó dichos ensayos en la C-01 (M-01).

Tabla 15: Resultados del objetivo específico 03

CALICATA 02 – MUESTRA 02	CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas				
Límite de Atterberg	0%	5%	10%	15%
Límite Líquido	N.L.	-	-	-
Límite plástico	N.P.	-	-	-

Interpretación:

De la tabla 15, se observa que mediante la aplicación del análisis de Límite de Atterberg en base al ASTM D 4318, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) (NL) Límite Líquido y (NP) Límite plástico. Por otro lado, no se realizó el ensayo de Límite de Atterberg en la C-02 (M-02) tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) debido a que se realizó dichos ensayos en la C-01 (M-01).

Se procede en mostrar el desarrollo del OE 04 orientado en: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el Proctor modificado de la subrasante

Tabla 16: Resultados del objetivo específico 04

MUESTRA	CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas				
Proctor Modificado	0%	5%	10%	15%
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.079 gr/cm ³	2.027 gr/cm ³	1.949 gr/cm ³	1.833 gr/cm ³
Óptimo contenido de humedad (%)	9.6%	10.4%	12.2%	14.6%

Interpretación:

De la tabla 16, se observa que mediante la aplicación del ensayo de Proctor Modificado en base al ASTM D 1557, desarrollados en el laboratorio de mecánica

de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) 2.079 gr/cm³ de M.D.S. y un porcentaje de 9.6% de O.C.H. Así mismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) dio como resultado un 14.6% siendo el mayor porcentaje con O.C.H.; por otro lado, tras la adición al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) dio como resultado 2.079 gr/cm³ siendo el mayor resultado de M.D.S. Con la adición de cenizas al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) se presenta el menor porcentaje en un 10.4% de O.C.H.; A su vez, tras la adición al 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) dio como resultado 1.833 gr/cm³ siendo el menor resultado de M.D.S.

Se procede en mostrar el desarrollo del OE 05 orientado en: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en el CBR de la subrasante

Tabla 17: Resultados del objetivo específico 05

	CBCA y ceniza de HP			
Propiedades Físico-mecánicas				
C.B.R.	0%	5%	10%	15%
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	13.16%	18.61%	15.41%	13.24%
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	5.55%	12.65%	11.24%	8.10%

Interpretación:

De la tabla 17, se observa que mediante la aplicación del ensayo de C.B.R. en base al NTP 339.127, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) un C.B.R. al 100% de M.D.S. un porcentaje de 13.16% y mediante el C.B.R. al 95% de M.D.S. 5.55%. Así mismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) dio como resultado un porcentaje de 18.61% de C.B.R al 100% de M.D.S. y un porcentaje de 12.65% de C.B.R. al 95% de M.D.S., siendo los mayores porcentajes obtenidos mediante el ensayo de C.B.R. Con la adición de cenizas al 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) se presenta el menor porcentaje en un 13.24% de C.B.R. al 100% de M.D.S. y un porcentaje de 8.10% de C.B.R. al 95% de M.D.S.

Se procede en mostrar el desarrollo del OE 06 orientado en: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en las propiedades físicas de la subrasante

Tabla 18: Resultados del objetivo específico 06

Propiedades Físicas		CBCA y ceniza de HP			
		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM
	SUCS	A-1-b	A-2-4	A-2-4	A-2-4
Contenido de Humedad		9.6%	10.4%	12.2%	14.6%
Límite de Atterberg	Limite Plástico	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Limite Liquido	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.

Interpretación:

De la tabla 18, se observa los hallazgos de las propiedades físicas, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) por granulometría un tipo de suelo por AASHTO SP-SM y por SUCS A-1-b y A-1-b. Asimismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) dio un resultado de tipo de suelo por AASHTO SP-SM y por SUCS A-2-4.

Los hallazgos encontrados aplicando el análisis de contenido de humedad en base al MTC E 108, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) un porcentaje con contenido de humedad al 9.6%. Así mismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 15% (7.5% de CBCA y % 7.5% de CHP) dio como resultado un 14.6% siendo el mayor

porcentaje con contenido de humedad y con adición de cenizas al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) se presenta el menor porcentaje en un 10.4%.

Los hallazgos encontrados aplicando o el análisis de Límite de Atterberg en base al ASTM D 4318, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) (NL) Límite Líquido y (NP) Límite plástico. Así mismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 5%, 10% y 15% (CBCA y CHP) dio como resultado NL % Límite Líquido y NP% Límite plástico.

Se procede en mostrar el desarrollo del OE 07 orientado en: Evaluar de qué manera influye la CBCA y HP en las propiedades mecánicas de la subrasante

Tabla 19: Resultados del objetivo específico 07

Propiedades mecánicas		CBCA y ceniza de HP			
		0%	5%	10%	15%
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)	2.079 gr/cm ³	2.027 gr/cm ³	1.949 gr/cm ³	1.833 gr/cm ³
	O.C.H. (%)	9.6%	10.4%	12.2%	14.6%
CBR (%)	Al 95% de M.D.S.	5.55%	12.65%	11.24%	8.10%
	Al 100% de M.D.S.	13.16%	18.61%	15.41%	13.24%

Interpretación:

De la tabla 19, se observa los hallazgos obtenidos de las propiedades mecánicas, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener los resultados obtenidos aplicando el ensayo de Proctor Modificado en base al ASTM D 1557, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) 2.079 gr/cm³ de M.D.S. y un porcentaje de 9.6% de O.C.H. Así mismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) dio como resultado un 14.6% siendo el mayor porcentaje

con O.C.H.; por otro lado, tras la adición al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) dio como resultado 2.079 gr/cm³ siendo el mayor resultado de M.D.S. Con la adición de cenizas al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) se presenta el menor porcentaje en un 10.4% de O.C.H.; A su vez, tras la adición al 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) dio como resultado 1.833 gr/cm³ siendo el menor resultado de M.D.S.

Los hallazgos encontrados aplicando el ensayo de C.B.R. en base al NTP 339.127, desarrollados en el laboratorio de mecánica de suelos, del cual se pudo obtener de la muestra patrón (0%) un C.B.R. al 100% de M.D.S. un porcentaje de 13.16% y mediante el C.B.R. al 95% de M.D.S. 5.55%. Así mismo, el porcentaje obtenido tras la adición de cenizas al 5% (2.5% de CBCA y 2.5% de CHP) dio como resultado un porcentaje de 18.61% de C.B.R al 100% de M.D.S. y un porcentaje de 12.65% de C.B.R. al 95% de M.D.S., siendo los mayores porcentajes obtenidos mediante el ensayo de C.B.R. Con la adición de cenizas al 15% (7.5% de CBCA y 7.5% de CHP) se presenta el menor porcentaje en un 13.24% de C.B.R. al 100% de M.D.S. y un porcentaje de 8.10% de C.B.R. al 95% de M.D.S.

V. DISCUSIÓN

Los resultados para el OG, se ha hallado lo siguiente:

Con los autores Marín y Martínez (2022) demostró la mayor similitud para el ensayo granulométrico con una variabilidad de tipo de suelo.

Con los autores More e Ydrogo (2019) demostró la mayor diferencia para el ensayo granulométrico con una variabilidad de tipo de suelo.

Con los autores More e Ydrogo (2019) se evidenció mayor similitud para contenido de humedad con una variabilidad de 14.28%.

Con el autor Salas (2022) se evidenció mayor diferencia para contenido de humedad con una variabilidad de 66.66%.

En contraste con Monteza (2021) se comprobó mayor similitud para Límites de Atterberg con una variabilidad de 0%.

Con los autores More e Ydrogo (2019) se evidenció mayor diferencia para Límites de Atterberg con una variabilidad de 24.37%.

Con los autores More e Ydrogo (2019) se evidenció mayor similitud para Proctor modificado con una variabilidad de 13.66%.

Con el autor Corrales (2021) se evidenció mayor diferencia para Proctor modificado con una variabilidad de 51.69%.

Con los autores More e Ydrogo (2019) se evidenció mayor similitud para CBR con una variabilidad de 6.36%.

Con el autor Salas (2022) se evidenció mayor diferencia para CBR con una variabilidad de 31.19%.

Los resultados para el OE 01, he contrastado con los autores Marín y Martínez (2022), respecto a la muestra patrón, obtuvieron un ensayo granulométrico de las calicatas 01, 02 y 03 donde se obtuvo por AASHTO A - 3 (0) y por SUCS - Arena mal graduada (SP). Mis resultados obtenidos mediante el ensayo granulométrico fueron en la Calicata 01 por AASHTO A-1-b y por SUCS SP-SM y en la Calicata 02 por AASHTO A-3 y por SUCS SP-SM. A modo de comentario se señala que, los resultados DIFIEREN debido al tipo de suelo, es decir, por la variabilidad de la zona de estudio.

Adición al 10% de CBCA, en cuanto al ensayo granulométrico se obtuvo por AASHTO A - 3 (0) y por SUCS - Arena mal graduada (SP). Mis resultados obtenidos

mediante la adición de CBCA y CHP al 5% (2.5% CBCA + 2.5% CHP) en el ensayo granulométrico fueron por AASHTO A-1-b y A-3, y por SUCS SP-SM. A modo de comentario se señala que, los resultados DIFIEREN debido al tipo de suelo, es decir, por la variabilidad de la zona de estudio.

Adición al 20% de CBCA, en cuanto al ensayo granulométrico se obtuvo por AASHTO A - 3 (0) y por SUCS - Arena mal graduada (SP). Mis resultados obtenidos mediante la adición de CBCA y CHP al 15% (7.5% CBCA + 7.5% CHP) en el ensayo granulométrico fueron por AASHTO A-1-b y A-3, y por SUCS SP-SM. A modo de comentario se señala que, los resultados DIFIEREN debido al tipo de suelo, es decir, por la variabilidad de la zona de estudio.

Los resultados para el OE 02, he contrastado con el autor Salas (2022), respecto a la muestra patrón, obtuvo mediante el ensayo de Contenido de Humedad fue un porcentaje de 10.40%. Mi resultado obtenido mediante el ensayo de Contenido de Humedad fue de 9.6%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en un 7.69% de variación.

Adición al 5% de CBCA, respecto al ensayo de Contenido de Humedad se obtuvo el mayor resultado con un porcentaje de 9.5%. Mi resultado obtenido mediante la adición de CBCA y CHP al 15% (7.5% CBCA + 7.5% CHP) en el ensayo de Contenido de Humedad fue de 14.6%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en un 34.93% de variación.

Con adición al 15% de CBCA, respecto al ensayo de Contenido de Humedad se obtuvo el menor resultado con un porcentaje de 7.9 %. Mi resultado obtenido mediante la adición de CBCA y CHP al 5% (2.5% CBCA + 2.5% CHP) en el ensayo de Contenido de Humedad fue de 10.4%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en un 24.04% de variación.

Los resultados para el OE 03, he contrastado con el autor Monteza (2021), respecto a la muestra patrón mediante el ensayo de Límites de Atterberg no se obtuvo mejoras ni disminución, dando como resultado suelo NP. Mi resultado obtenido

mediante el ensayo de Limite de Atterberg no presento mejoras ni disminuci3n, dando como resultado suelo NP. A modo de comentario se se1ala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, hall1ndose una SEMEJANZA con una variaci3n de Suelo NP.

Adici3n al 8% de CCC, mediante el ensayo de L1mites de Atterberg no se obtuvo mejoras ni disminuci3n, dando como resultado suelo NP. Mi resultado obtenido mediante la adici3n de CBCA y CHP al 15% (7.5% CBCA + 7.5% CHP) en el ensayo de Limite de Atterberg no presento mejoras ni disminuci3n, dando como resultado suelo NP. A modo de comentario se se1ala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, hall1ndose una SEMEJANZA con una variaci3n del .0%.

Con adici3n al 1.5% de CCC, mediante el ensayo de L1mites de Atterberg no se obtuvo mejoras ni disminuci3n, dando como resultado suelo NP. Mi resultado obtenido mediante la adici3n de CBCA y CHP al 5% (2.5% CBCA + 2.5% CHP) en el ensayo de Limite de Atterberg no presento mejoras ni disminuci3n, dando como resultado suelo NP. A modo de comentario se se1ala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, hall1ndose una SEMEJANZA con una variaci3n del .0%.

Los resultados para el OE 04, he contrastado con el autor Corrales (2021), donde obtuvo para el ensayo de Proctor Modificado en la muestra patr3n mediante el ensayo de MDS 1.580 gr/cm³ y Contenido de Humedad 24.20%. Mis resultados obtenidos mediante el ensayo de MDS 2.079 gr/cm³ y Contenido de Humedad 9.6%. A modo de comentario se se1ala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variaci3n del 24% en MDS y en Contenido de Humedad 60.33%.

Adici3n al 5% de ceniza tallo de banano, respecto al ensayo de Proctor Modificado se obtuvo el mayor resultado mediante el ensayo de MDS 1.574 gr/cm³ y Contenido de Humedad 22.90%. Mis resultados obtenidos mediante la adici3n de CBCA y CHP al 5% (2.5% CBCA + 2.5% CHP) en el ensayo de MDS 2.027 gr/cm³ y Contenido de Humedad 10.40%. A modo de comentario se se1ala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variaci3n del 22.35% en MDS y en Contenido de Humedad 54.59%.

Con adición al 7% de CTB, respecto al ensayo de Proctor Modificado se obtuvo el menor resultado mediante el ensayo de MDS 1.545 gr/cm³ y Contenido de Humedad 24.40%. Mis resultados obtenidos mediante la adición de CBCA y CHP al 15% (7.5% CBCA + 7.5% CHP) en el ensayo de MDS 1.833 gr/cm³ y Contenido de Humedad 14.6%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 18.64% en MDS y en Contenido de Humedad 40.16%.

Los resultados para el OE 05, he contrastado con el autor Salas (2022), respecto a la muestra patrón, obtuvo mediante el ensayo de CBR AL 95% un porcentaje de 5.30% y al 100% un porcentaje de 5.94%. Mis resultados obtenidos mediante el ensayo de CBR al 95% fue 5.5% y al 100% fue 13.16%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, ASEMEJANDOSE con una variación del 3.64% al 95% y DIFIEREN al 100% con una variación de 54.86%.

Adición al 15% de CBCA, en el ensayo de CBR obtuvo el mayor resultado al 95% un porcentaje de 21.90% y al 100% un porcentaje de 25.29%. Mis resultados obtenidos mediante la adición de CBCA y CHP al 5% (2.5% CBCA + 2.5% CHP) en el ensayo de CBR al 95% fue 12.65% y 100% fue 18.61%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 42.24% al 95% y 26.41% al 100%.

Con adición al 5% de CBCA, en el ensayo de CBR obtuvo el menor resultado al 95% un porcentaje de 13.27% y al 100% un porcentaje de 16.76%. Mis resultados obtenidos mediante la adición de CBCA y CHP al 15% (7.5% CBCA + 7.5% CHP) en el ensayo de CBR al 95% fue 8.10% y 100% fue 13.24%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 38.96% al 95% y 21% al 100%.

Los resultados para el OE 06, he contrastado con los autores More e Ydrogo (2019), respecto a las propiedades físicas obtuvieron mediante el ensayo granulométrico de la muestra patrón, por AASHTO A-4(1) y por SUCS (SC). Mis resultados obtenidos mediante el ensayo granulométrico fueron en la Calicata 01 por AASHTO A-1-b y por SUCS SP-SM y en la Calicata 02 por AASHTO A-3 y por SUCS SP-SM.

A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad por la zona objeto de investigación, por lo que DIFIEREN en cuanto los resultados del tipo de suelo.

Para el ensayo de Contenido de Humedad respecto a la muestra patrón, obtuvo un 11%. Mi resultado obtenido mediante el ensayo de Contenido de Humedad fue de 9.6%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 12.73%.

Adición al 5% de resina de banano, respecto al ensayo de Contenido de Humedad se obtuvo el mayor resultado un porcentaje de 11%. Mi resultado obtenido mediante la adición de CBCA y CHP al 15% (7.5% CBCA + 7.5% CHP) en el ensayo de Contenido de Humedad fue de 14.6%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 24.66%.

Con adición al 1.5% de resina de banano, respecto al ensayo de Contenido de Humedad se obtuvo el menor resultado con un porcentaje de 11%. Mi resultado obtenido mediante la adición de CBCA y CHP al 5% (2.5% CBCA + 2.5% CHP) en el ensayo de Contenido de Humedad fue de 10.4%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 5.45%.

Por otro lado, para el ensayo de Límites de Atterberg se obtuvo como resultado en la muestra patrón Índice de Plasticidad 9.45%, Limite liquido 31.55% y Limite plástico 32.10%. Mi resultado obtenido mediante el ensayo de Limite de Atterberg no presento mejoras ni disminución, dando como resultado suelo NP. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 24.37%.

Los resultados para el OE 07, he contrastado con los autores More e Ydrogo (2019), respecto a las propiedades mecánicas obtuvieron para el ensayo de Proctor Modificado en la muestra patrón mediante el ensayo de MDS 1.96 gr/cm³ y Contenido de Humedad 11%. Mis resultados obtenidos mediante el ensayo de MDS 2.079 gr/cm³ y Contenido de Humedad 9.6%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 5.72% en MDS y en Contenido de Humedad

12.73%.

Adición al 2.5% de resina de banano, respecto al ensayo de Proctor Modificado se obtuvo el mayor resultado mediante el ensayo de MDS 2.06 gr/cm³ y Contenido de Humedad 11%. Mis resultados obtenidos mediante la adición de CBCA y CHP al 5% (2.5% CBCA + 2.5% CHP) en el ensayo de MDS 2.027 gr/cm³ y Contenido de Humedad 10.40%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, ASEMÉJÁNDOSE en una variación del 1.60% en MDS y DIFIEREN en Contenido de Humedad con una variación de 5.45%.

Con adición al 1.25% de resina de banano, respecto al ensayo de Proctor Modificado se obtuvo el menor resultado mediante el ensayo de MDS 1.98 gr/cm³ y Contenido de Humedad 11%. Mis resultados obtenidos mediante la adición de CBCA y CHP al 15% (7.5% CBCA + 7.5% CHP) en el ensayo de MDS 1.833 gr/cm³ y Contenido de Humedad 14.6%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 7.42% en MDS y en Contenido de Humedad 24.66%.

Finalmente, para el Ensayo de CBR respecto a la muestra patrón, obtuvieron al 95% de MDS un porcentaje de 6.60%. Mi resultado obtenido mediante el ensayo de CBR al 95% de MDS fue 5.5%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, DIFIRIENDO en una variación del 16.67%.

Adición al 2.5% de resina de banano, en el ensayo de CBR obtuvo el mayor resultado al 95% de MDS un porcentaje de 12.50%. Mi resultado obtenido mediante la adición de CBCA y CHP al 5% (2.5% CBCA + 2.5% CHP) en el ensayo de CBR al 95% de MDS fue 12.65%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, ASEMÉJÁNDOSE en una variación del 1.19%.

Con adición al 1.25% de resina de banano, en el ensayo de CBR obtuvo el menor resultado al 95% de MDS un porcentaje de 8%. Mi resultado obtenido mediante la adición de CBCA y CHP al 15% (7.5% CBCA + 7.5% CHP) en el ensayo de CBR al 95% de MDS fue 8.10%. A modo de comentario se señala que, existe diferencias entre los resultados a causa de una variabilidad del 5%, ASEMÉJÁNDOSE en una variación del 1.23%.

VI. CONCLUSIONES

1. En respuesta a la HG, la adición de CBCA y CHP mejora las propiedades físico-mecánicas de la subrasante.
2. En respuesta a la HE 01, la adición de 5%, 10% y 15% de CBCA y HDP no mejora ni empeora los resultados obtenidos en el ensayo granulométrico de la subrasante.
3. En respuesta a la HE 02, la adición de 5% de CBCA y HDP mejora el Optimo contenido de humedad de la subrasante en un 10.4%.
4. En respuesta a la HE 03, la adición de 5%, 10% y 15% de CBCA y HDP no mejora ni empeora los resultados obtenidos en el ensayo de Limites de Atterberg de la subrasante.
5. En respuesta a la HE 04, la adición de 5% de CBCA y HDP mejora los resultados obtenidos en el ensayo de Proctor modificado, en Optimo contenido de humedad mejoro un 10.4% y Máxima Densidad Seca en un 2.027 gr/cm³.
6. En respuesta a la HE 05, la adición de 5% de CBCA y HDP mejora los resultados obtenidos en el ensayo de CBR, en un 12.65% al 95% de MDS.
7. En respuesta a la HE 06, la adición de 5% de CBCA y CHP mejora las propiedades físicas de la subrasante.
8. En respuesta a la HE 07, la adición de 5% de CBCA y CHP mejora las propiedades mecánicas de la subrasante.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones a nivel de base granular con la adición de CBCA y HP.
2. Se recomienda que, al momento de la incineración de las CBCA y HP, no se deben contaminar, ni mezclar entre ambas cenizas.
3. Se recomienda el correcto rotulado de las cenizas, para evitar confusiones en el laboratorio de mecánica de suelos.
4. Realizar como mínimo 02 ensayos de las muestras con adición de CBCA y HP.
5. Realizar investigaciones con la adición de CBCA y HP en un rango de 5.1% a 9.9%.
6. Tener en cuenta el tiempo para la realización del ensayo de CBR tiene un periodo de 4 días por muestra.

REFERENCIAS

- ABANTO, Luis y SALINAS, Eloy. Análisis de la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2021. 31 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29043/Abanto%20Espinoza%20Luis%20Carlos%20-%20Salinas%20Sanchez%20Eloy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ARIAS, J. L. et al. Metodología de la Investigación. Editorial INUDI (2022) Disponible en: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>
- ASAD, Zia y AYZ, Ahmad. Caracterización de las Cenizas de Bagazo para la mejora del rendimiento de los pavimentos de hormigón asfáltico. SN Applied Sciences. United States of America. (2020) Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/350388030_Effectiveness_of_bagasse_ash_for_performance_improvement_of_asphalt_concrete_pavements
- APAZA, Danny. Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del Bagazo de Caña de Azúcar (Cbca) con cemento Portland, ante agentes agresivos. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2157>
- ARGANDOÑA, Diego y PALOMINO, Julio. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del suelo obtenido de la apv. kari grande vía rumi wasi – san sebastián utilizado a nivel de subrasante en la región cusco, estabilizado con ceniza de cáscara de arroz y cal en porcentajes 7%-5%, 12%-5% y 15%-5%; respectivamente. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2019. 41,43,46 y 54 pp. Disponible en:

https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3487/Diego_Julio_Tesis_bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- AVILA, Gerson. Mejoramiento de la subrasante de la vía afirmada de la carretera Huánuco - Marabamba mediante la adición de porcentajes de óxido de calcio-2019. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Huanuco: Universidad de Huánuco, 2021. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2795#:~:text=Se%20concluy%C3%B3%20que%20la%20estabilizaci%C3%B3n,por%20consiguiente%20al%20mejorar%20se>
- BARTOLO, Frank y DOMINGUEZ, Ivan. Estudio comparativo para estabilizar la subrasante con cenizas de residuos orgánicos y aditivo químico, Av. Cordillera Occidental, Chorrillos – Lima, 2021. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de ingeniería civil, 2021. 22 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89226>
- CAMELO, Alex y GONZALEZ, Héctor. Propiedades resilientes de subrasantes granulares estabilizadas con ceniza volante para diseño de pavimentos flexibles. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, FACULTAD DE INGENIERÍA, 2021. 68 pp. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/cdc6582f-9345-4581-b324-ee1d2fada0c5/content>
- CORONEL, Ramiro. Uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como reemplazo puzolánico porcentual en la fabricación de concreto estructural. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Chiclayo, Universidad Señor de Sipán, Escuela Profesional de Ingeniería civil, 2020. 28 pp. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8362>

- CORRALES, José. Estabilización de subrasantes blandas con cenizas de tallos de banano en zonas tropicales, avenida Manu, Salvación, Madre de Dios 2021. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería civil, 2021. 125 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90918>
- GALINDO, Hugo, CHINCHILLA, Juan y SIERRA, Andrés. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA CANTERA LA CAIMA, ESTABILIZADA CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y CEMENTO HIDRÁULICO. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Cooperativa, 2019. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/items/6f31e818-ccac-4086-b2f4-0ae34167af33>
- GUERRERO, Sergio. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploración preliminar del potencial de uso de la ceniza del valle del Chira. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Piura, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2020. 10 pp. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4609/ICI_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- HERBAS, Cristian y VARGAS, Hans. Comparación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando cenizas de hojas de plátano y vidrio reciclado en pavimentos rígidos, Mala 2020. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería civil, 2020. 128 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67531>
- Instituto Nacional de Calidad (Perú). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. NTP 339.128. Lima: 1999.
- IPINCE, Hector. Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019. Tesis

- (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería civil, 2020. 22 pp. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48544/lpince_CHA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- LÓPEZ, Jorge. *Problemática y Propuesta de Gestión Ambiental en la ciudad de Trujillo*. Revista Ciencia y Tecnología UNT [en línea]. Volumen 1, número 1, 2013. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/155>
 - MARIN, Anthony y MARTINEZ, 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 César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería civil, 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100219>
 - MINISTERIO de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. [en línea]. 1er ed. Lima, Perú. Portal MTC, 2014. [Fecha de consulta: 18 de marzo 2023]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
 - MONTEZA, Felix. Estabilización de la subrasante con el uso de cenizas de cáscara de coco en la calle Juan Velasco, Carabayllo - 2021. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de ingeniería civil, 2021. 122 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82797>
 - More, Sandra e Ydrogo, Estela. Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de ingeniería civil, 2019. 152 pp. Disponible en:

Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019 (ucv.edu.pe)

- MURGA, Yesli. Capacidad de soporte de un suelo de la carretera Cruz del siglo - Jimbe adicionando ceniza de concha de abanico y ceniza de bagazo de caña de azúcar. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería, 2020. 10 pp. Disponible en: http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/20.500.129076/20687/Tesis_65446.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- NEYRA, Mercedes. Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasantes areno-limosas. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2020. 18,20 pp. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4478/ICI_2003.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OCAMPO, Nancy. Análisis de las propiedades físico-mecánicas y CBR de suelos cohesivos de subrasante mezclados con partículas de tereftalato de polietileno (PET). Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería civil y mecánica, 2021. 6,10 y 12 pp. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33593>
- OLIVEROS, Leslie y SILVA, Diego. Evaluación de la subrasante en la trocha carrozable de Nepeña, adicionando cemento WP y cenizas de bagazo de caña de azúcar, Chimbote – 2022. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022. 10 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109738>
- OJEDA, O., MENDOZA, J., & BALTAZAR M. (2018) Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y

resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. Revista ALCONPAT, 8(2): 194-208. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/282>

- PEREZ, Fabian, INSUASTY, Luis y BUESAQUILLO, Mario. EVALUACIÓN DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN EL SECTOR DE “EL MOLINO EL ESCOBAL” B/ PICALAÑA KM 11 VÍA IBAGUÉ - GIRARDOT. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, 2022. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/34665250-a79c-4c08-b559-2e18379a7b58/content>
- PINTO, Rocio. Propiedades físico-mecánicas de la subrasante adicionado residuos plásticos reciclados en la carretera Cusco-Quillabamba, 2021. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 29 pp. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/89182/Pinto_VR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Propiedades físico-mecánicas de los suelos para subrasante. [Blog]. (25 de enero de 2013) Fecha de consulta: 18 de marzo 2023]. Disponible en: <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/01/propiedades-fisico-mecanicas-de-los.html>
- QUISPE, Jackeline. Estabilización de subrasante mediante uso de residuos de construcción y demolición - jirón amazonas distrito de chilca. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería, 2020. 40-42 pp. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7291/T010_47535662_T.pdf?sequence=4

- RICRA, Carmen. Adición de ceniza de caña de azúcar en la estabilización de suelos tropicales en el centro poblado Naranjal, Selva Central - 2021. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Continental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2022. 52,53,63 pp. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11453/2/IV_FIN_105_TE_Ricra_Huaman_2022.pdf

- SALAS, Fabio. Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Abancay Apurímac 2022. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de ingeniería civil, 2022. 11 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28437>

- TERRONES, Andrea. Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2020. 101 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14971?show=full>

- TOIRAC, Jose. *Granulometric characterization of sand factory in the Dominican Republic, their impact on the quality and cost of concrete*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo [en línea], vol. 37, no. 3, 2012. [Fecha de consulta 18 de marzo de 2023]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>. ISSN: 0378-7680

- TORRES, Sergio y LANDA, Jacques. Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María - Monzón en la provincia de Leoncio Prado. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2020.

22 pp. Disponible en:
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653977>

- VERASTEGUI, Ronald. Diseño de bloques de concreto adicionando cenizas de hojas de plátano para uso en muros de albañilería aplicando norma E-070. Tesis (Título Profesional de: Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2022. 8 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112019>

- VIDAL, Diana, TORRES, Janeth y GONZÁLEZ, Luis. *CANE BAGASSE ASH FOR MANUFACTURE OF BUILDING MATERIALS: PRELIMINARY STUDY. MOMENTO* [En línea] (48E), 14–23; 2014. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/45539>

- ARIAS, José y COVINOS Mitsuo. DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, 2022. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>

- REYES, Eufemia. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, 2022. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=SmdxEAAAQBAJ&lpq=PT45&ots=O9yvAKcj5&dq=LIBRO%20metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigacion&lr&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=LIBRO%20metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigacion&f=fals>

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicadores	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Independientes		0% 5% 10% 15%	Tipo: Básico de Laboratorio Diseño: Cuasi Experimental Población: 0+900 km a 1+900 km de la avenida Camino Real (III Etapa) Técnica: Observación Instrumento: Ficha de Observación
¿De qué manera influye la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023?	Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023	La influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano mejora las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023	Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar			
			Ceniza de Hoja de Plátano			
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable dependiente	Propiedades físicas	Granulometría	
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en la granulometría de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023?	Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en la granulometría de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023	La influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano mejora la granulometría de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023	Propiedades físico-mecánicas			
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en el contenido de humedad de la subrasante en la avenida	Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en el contenido de humedad de la subrasante en la avenida Camino	La influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano mejora el contenido de humedad de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023			Contenido de Humedad	

Camino Real, Chimbote-2023?	Real, Chimbote-2023					
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en el Límite de Atterberg de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023?	Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en el Límite de Atterberg de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023	La influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano mejora el Límite de Atterberg de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote-2023			Límite de Atterberg	
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en el Proctor modificado de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023?	Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en el Proctor modificado de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023	La influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano mejora el Proctor modificado de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023			Proctor Modificado	
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en el CBR de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023?	Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en el CBR de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023	La influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano mejora el CBR de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023			Propiedades mecánicas	
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote –	Evaluar de que manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023	La influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano mejora las propiedades físicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023			CBR	

2023?						
¿De qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023?	Evaluar de que manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023	La influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano mejora las propiedades mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023				

ANEXO 2: FICHA DE OBSERVACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INGENIERIA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

CALICATA 01 – MUESTRA 01		Ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de hoja de plátano			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO				
	SUCS				
Contenido de Humedad					
Límite de Atterberg	Limite Plástico				
	Limite Liquido				
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)				
	O.C.H. (%)				
CBR (%)	Al 95% de M.D.S				
	Al 100% de M.D.S				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INGENIERIA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

CALICATA 01 – MUESTRA 01		Ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de hoja de plátano			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO				
	SUCS				
Contenido de Humedad					
Límite de Atterberg	Limite Plástico				
	Limite Liquido				
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)				
	O.C.H. (%)				
CBR (%)	Al 95% de M.D.S				
	Al 100% de M.D.S				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INGENIERIA CIVIL FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

CALICATA 01 – MUESTRA 01		Ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de hoja de plátano			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO				
	SUCS				
Contenido de Humedad					
Límite de Atterberg	Limite Plástico				
	Limite Liquido				
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)				
	O.C.H. (%)				
CBR (%)	Al 95% de M.D.S				
	Al 100% de M.D.S				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INGENIERIA CIVIL FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

CALICATA 01 – MUESTRA 01		Ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de hoja de plátano			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO				
	SUCS				
Contenido de Humedad					
Límite de Atterberg	Limite Plástico				
	Limite Liquido				
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)				
	O.C.H. (%)				
CBR (%)	Al 95% de M.D.S				
	Al 100% de M.D.S				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INGENIERIA CIVIL

FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

CALICATA 01 – MUESTRA 01		Ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de hoja de plátano			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	A-1-b	-	-	-
	SUCS	SM	-	-	-
Contenido de Humedad		-	-	-	-
Límite de Atterberg	Límite Plástico	N.P.	-	-	-
	Límite Líquido	N.L.	-	-	-
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)	-	-	-	-
	O.C.H. (%)	-	-	-	-
CBR (%)	Al 95% de M.D.S	-	-	-	-
	Al 100% de M.D.S	-	-	-	-



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INGENIERIA CIVIL FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

CALICATA 01 – MUESTRA 01		Ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de hoja de plátano			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	A-1-b	-	-	-
	SUCS	sp-sm	-	-	-
Contenido de Humedad		-	-	-	-
Límite de Atterberg	Límite Plástico	N.P	-	-	-
	Límite Líquido	N.L.	-	-	-
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)	-	-	-	-
	O.C.H. (%)	-	-	-	-
CBR (%)	AI 95% de M.D.S	-	-	-	-
	AI 100% de M.D.S	-	-	-	-



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
INGENIERIA CIVIL
FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

CALICATA 01 – MUESTRA 01		Ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de hoja de plátano			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	A-3	-	-	-
	SUCS	SP-SM	-	-	-
Contenido de Humedad		-	-	-	-
Límite de Atterberg	Límite Plástico	N.P	-	-	-
	Límite Líquido	N.L.	-	-	-
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)	-	-	-	-
	O.C.H. (%)	-	-	-	-
CBR (%)	Al 95% de M.D.S	-	-	-	-
	Al 100% de M.D.S	-	-	-	-



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INGENIERIA CIVIL FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Evaluar de qué manera influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la avenida Camino Real, Chimbote – 2023.

CALICATA 01 – MUESTRA 01		Ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de hoja de plátano			
Propiedades Físico-mecánicas		0%	5%	10%	15%
Granulometría	AASHTO	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
	SUCS	SM	SM	SM	SM
Contenido de Humedad		9.6%	10.4%	12.2%	14.6%
Límite de Atterberg	Límite Plástico	N.P	N.P	N.P	N.P
	Límite Líquido	N.L.	N.L	N.L	N.L.
Proctor Modificado	M.D.S. (gr/cm ³)	2.079 gr/cm ³	2.027 gr/cm ³	1.949 gr/cm ³	1.833 gr/cm ³
	O.C.H. (%)	9.6%	10.4%	12.2%	14.6%
CBR (%)	AI 95% de M.D.S	13.16%	18.61%	15.41%	13.24%
	AI 100% de M.D.S	5.5%	12.65%	11.24%	8.10%

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	PRENSA MARSHALL CON CELDA DE CARGA
Identificación	NO INDICA
Marca Prensa	ARSOU
Modelo	PR208
Serie	550881
Celda de Carga	TIPO S
Modelo	101NH-10KLB
Indicador	ANYLOAD
Modelo	DD-KC1
Serie	4920000175
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	INF-LE N° 039-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 25 °c	Final: 25 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR		RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %		Ep %	Rp %	
500	502.6	502.1	0.52	0.42	502.4	0.47	0.07	
1000	1001.3	1001.4	0.13	0.14	1001.4	0.13	0.01	
1500	1500.4	1500.7	0.03	0.05	1500.6	0.04	0.01	
2000	2002.1	2002.4	0.1	0.12	2002.3	0.11	0.01	
2500	2500.8	2501.4	0.03	0.06	2501.1	0.04	0.02	
3000	3000.2	3000.7	0.01	0.02	3000.5	0.01	0.01	
3500	3500.6	3500.4	0.02	0.01	3500.5	0.01	0.00	
4000	4000.9	4001.6	0.02	0.04	4001.3	0.03	0.01	

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

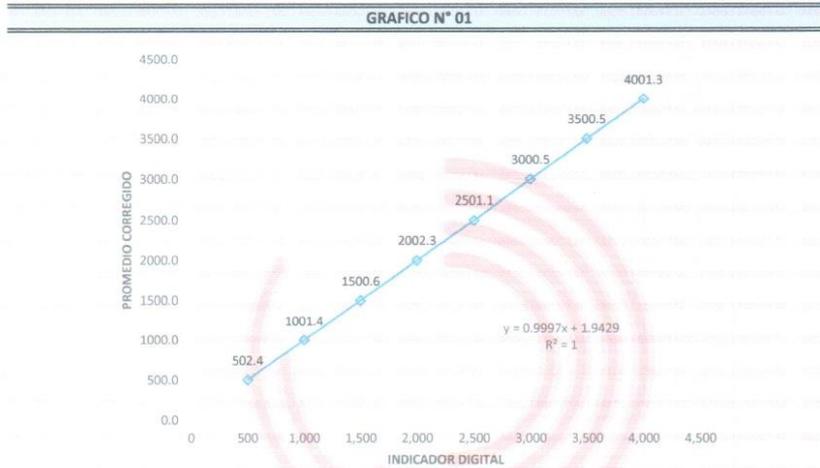


ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)



Ecuación de ajuste:
 Donde: $y = 0.9997x + 1.9429$
 Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)
 Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
 METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA

Identificación NO INDICA

Marca Prensa SHERMAN

Modelo NO INDICA

Serie CBR01

Celda de Carga TIPO S

Modelo NO INDICA

Indicador DIGITAL

Modelo 315-X8

Serie 251269

Procedencia NO INDICA

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 tn	INF-LE N° 039-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 25 °c	Final: 25 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A"	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B"	ERROR Ep	RPTBLD Rp
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR	ERROR (2)			
Kg	Kg	Kg	%	%	Kg	%	%
500	500.3	500.8	0.06	0.16	500.6	0.11	0.07
1000	1000.3	1000.8	0.03	0.08	1000.6	0.05	0.04
1500	1502.2	1502.1	0.15	0.14	1502.2	0.14	0.00
2000	2002.4	2002.3	0.12	0.11	2002.4	0.12	0.00
2500	2500.4	2501.8	0.02	0.07	2501.1	0.04	0.04
3000	3001.4	3001.5	0.05	0.05	3001.5	0.05	0.00
3500	3500.6	3500.9	0.02	0.03	3500.8	0.02	0.01
4000	4001.3	4001.7	0.03	0.04	4001.5	0.04	0.01

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

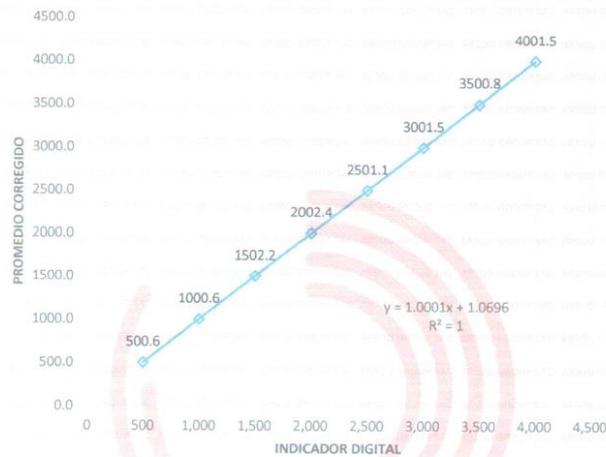
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0001x + 1,0696$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95%.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Hugo Luis Arevalo Carnica

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición ABRASIÓN LOS ANGELES

Identificación NO INDICA

Marca LIÑAN

Modelo NO INDICA

Serie AG-04

Estructura FIERRO

Carga abrasiva 12 BILLAS

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Ángeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2000) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2000, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 131- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-309-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA

Instrumento de medición **MOLDE PROCTOR DE 6"**

Identificación NO INDICA

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie 2

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN-m/m³]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por



ARSOU GROUP S.A.C.

Hugo Luis Arzate C.

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-309-2023

Página 3 de 3

TABLA N° 03
VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO	EMP
N° 1	2112	2124	+/- 25 cc

PROMEDIO : 2112 : OK



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °c	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.05	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.12	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.86	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.79	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 151.96 : OK

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	116.42	116.43	+/- 0,5mm
N° 2	116.35	116.43	+/- 0,5mm
N° 3	116.47	116.43	+/- 0,5mm
N° 4	116.51	116.43	+/- 0,5mm

PROMEDIO 116.44 : OK



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-308-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA

Instrumento de medición MOLDE PROCTOR DE 6"

Identificación NO INDICA

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie 1

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN-m/m³]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °c	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.06	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.14	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.11	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.09	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 152.10 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	116.74	116.43	+/- 0,5mm
N° 2	116.62	116.43	+/- 0,5mm
N° 3	116.68	116.43	+/- 0,5mm
N° 4	116.71	116.43	+/- 0,5mm

PROMEDIO 116.69 : OK





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-308-2023

Página 3 de 3

TABLA N° 03
VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO	EMP
N° 1	2120	2124	+/- 25 cc

PROMEDIO : 2120 : OK



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicero
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	COPA CASAGRANDE
Identificación	NO INDICA
Marca	PINZUAR
Modelo	PS-11
Serie	7997
Mecanismo	MANUAL
Ranurador	BRONCE
Procedencia	COLOMBIA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Límite Líquido				Ranurador					
	Conjunto de la Cazuela			N	Base			Extremo Curvado		
Descripción	A	B	C		K	L	M	a	b	c
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	2.02	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	26.04	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	46.98	+/- 1.5	OK
ESPESOR	50.26	+/- 5	OK
LARGO	150.34	+/- 5	OK
ANCHO	129.01	+/- 5	OK
HUELLA	10.06	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10.03	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10.01	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2.03	+/- 0.1	OK
ANCHO	13.54	+/- 0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Araya Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición COPA CASAGRANDE

Identificación NO INDICA

Marca ORION

Modelo COP-01

Serie 21011220

Mecanismo MANUAL

Ranurador BRONCE

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Limite Líquido				Ranurador					
	Conjunto de la Cazuela			N	Base			Extremo Curvado		
Descripción	A	B	C		K	L	M	a	b	c
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPESOR	2.01	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	26.03	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Añevalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	46.81	+/- 1.5	OK
ESPESOR	50.16	+/- 5	OK
LARGO	150.39	+/- 5	OK
ANCHO	129.74	+/- 5	OK
HUELLA	10.08	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10.06	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10.10	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2.04	+/- 0.1	OK
ANCHO	13.56	+/- 0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **MOLDE PROCTOR DE 4"**

Identificación NO INDICA

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie MD4

Estructura FIERRO

Acabado ZINCADO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN-m/m³]).

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	101.81	101.6	+/- 0,66mm
N° 2	101.75	101.6	+/- 0,66mm
N° 3	101.69	101.6	+/- 0,66mm
N° 4	101.48	101.6	+/- 0,66mm

PROMEDIO 101.68 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	116.02	116.43	+/- 0,5mm
N° 2	116.12	116.43	+/- 0,5mm
N° 3	115.68	116.43	+/- 0,5mm
N° 4	115.62	116.43	+/- 0,5mm

PROMEDIO 115.86 : Fuera de Medida



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-307-2023

Página 3 de 3

TABLA N° 03
VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO	EMP
N° 1	941	944.14	+/- 14 cc

PROMEDIO : 941 : OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Aravato Carnica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LBS-306-2023

Página 1 de 3

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	MOLDE CBR
Identificación	NO INDICA
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	56
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.12	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.86	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.91	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.84	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 151.93 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	178.05	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	178.12	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.09	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.04	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 178.08 : OK



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévato Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03
ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

151.03	150.47
--------	--------

Promedio Tolerancia Resultado

150.75	150,0 +/- 0,8	OK
--------	---------------	----

Peso (g)

2277	2278
------	------

2277.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

150.71	150.56
--------	--------

Promedio Tolerancia Resultado

150.64	150,0 +/- 0,8	OK
--------	---------------	----

Peso (g)

2280	2280
------	------

2280	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

150.03	149.81
--------	--------

Promedio Tolerancia Resultado

149.92	149,6 + 1,6	OK
--------	-------------	----

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	MOLDE CBR
Identificación	NO INDICA
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	25
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo CUEVA
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.03	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.11	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.96	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.07	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 151.79 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.51	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.63	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.59	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	177.66	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 177.60 : OK



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

150.31	150.29
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.3	150,0 +/- 0,8	OK

Peso (g)

2277	2277
------	------

2277	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

150.47	150.62
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.55	150,0 +/- 0,8	OK

Peso (g)

2278	2278
------	------

2278	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

149.71	149.77
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.74	149,6 + 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-751-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA
- NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **DÍAL INDICADOR**

Identificación NO INDICA

Marca INSIZE

Modelo 2302-15

Serie 9611212

Rango 1 in

Sensibilidad 0.001 in

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración
Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Hugo Luis Arevalo Carnica
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	BLOQUES PATRONES	LLA-150-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °c Final: 24 °C
 Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

ALCANCE DL ERROR DE INDICACIÓN			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1.01	0.0398	0.0401	0.0003
2.00	0.0787	0.0789	0.0002
4.00	0.1575	0.1578	0.0003
5.00	0.1969	0.1972	0.0003
7.00	0.2756	0.2759	0.0003
10.00	0.3937	0.3938	0.0001
15.00	0.5906	0.5909	0.0003
17.00	0.6693	0.6698	0.0005
24.00	0.9449	0.9443	-0.0006
25.00	0.9843	0.9841	-0.0002

Error de indicación (in)	0.0003
Incertidumbre del error de Indicación (in)	0.0002

ERROR DE REPETIBILIDAD			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1.01	0.0398	0.0401	0.0003
		0.0401	0.0003
		0.0402	0.0004
		0.0402	0.0004
		0.0401	0.0003

Error de indicación	0.0001
Incertidumbre del error de Indicación	0.0004



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
 METROLOGIA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-155-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala Resolución 1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante TECNIPESA

Modelo SUPER-55

N° de serie 1506101297

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego M2 C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
 Humedad Relativa Inicial: 69 %hr Final: 69 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0.001	-0.001	30001	0.007	-0.004
2	15000	0.002	-0.004	30001	0.003	-0.006
3	15000	0.007	0.005	30000	0.004	-0.004
4	14999	0.001	0.001	30000	0.001	-0.009
5	15000	0.004	-0.007	30000	0.001	-0.004
6	15000	0.001	-0.005	30001	0.002	-0.003
7	15000	0.003	-0.003	30000	0.003	-0.009
8	15000	0.009	-0.001	29999	0.003	-0.001
9	15000	0.007	-0.002	29998	0.004	-0.001
10	15000	0.005	-0.003	30000	0.003	-0.001
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
15000	0		1			
30000	0		5			





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	500	500	0.005	-0.001	10000	10000	0.006	-0.001	0.001
2		500	0.006	-0.004		10000	0.005	0.004	0.002
3		500	0.005	0.001		10000	0.003	0.001	0.001
4		499	0.007	0.003		10002	0.001	0.002	-0.001
5		499	0.009	-0.006		10001	0.002	-0.002	-0.002

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.010	0.001	0.001					
5	5	0.030	0.003	-0.002	5	0.008	-0.005	-0.002	0.1
10	10	0.020	-0.002	0.003	10	0.006	-0.001	0.003	0.1
50	50	0.002	-0.001	0.001	50	0.002	-0.005	0.001	0.1
100	100	0.090	0.004	0.004	100	0.004	0.006	0.008	0.1
500	500	0.010	0.011	-0.002	500	0.006	0.007	0.009	0.1
1000	1000	0.090	-0.005	0.008	1000	0.001	0.009	0.001	0.1
5000	5000	0.019	0.008	0.007	5000	0.007	0.001	-0.005	0.1
10000	10000	0.010	0.014	0.001	10000	0.017	-0.005	-0.001	0.1
20000	20000	0.060	0.004	0.011	20002	0.009	-0.001	0.012	0.8
30000	30000	0.070	0.008	0.009	30000	0.005	0.004	-0.002	0.8

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_R = 2 \cdot \sqrt{0,16673 \text{ g}^2 + 0,0000000006182 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0,838786978 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza: (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-156-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	BALANZA
Identificación	NO INDICA
Intervalo de indicación	2000g
División de escala Resolución	0,01 g
División de verificación (e)	0,01 g
Tipo de indicación	Digital
Marca / Fabricante	HENKEL
Modelo	NO INIDICA
N° de serie	2020065608
Procedencia	CHINA
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGIA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 1000 g			Carga L1= 2000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1000.0	0.04	-0.09	2000.1	0.05	-0.1
2	1000.2	0.03	-0.1	2000.1	0.07	-0.03
3	1000.1	0.03	-0.05	2000.0	0.05	-0.07
4	1000.1	0.04	-0.09	2000.0	0.03	-0.1
5	1000.0	0.05	-0.04	2000.1	0.06	-0.1
6	1000.0	0.08	-0.04	2000.1	0.07	-0.1
7	1000.0	0.07	-0.09	2000.1	0.05	-0.12
8	1000.0	0.05	-0.05	2000.1	0.05	-0.1
9	1000.0	0.04	-0.08	2000.0	0.05	-0.11
10	1000.0	0.05	-0.1	2000.0	0.04	-0.1

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
1000	0	1
2000	0	2



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.01	50	50	0.06	-0.01	0.01
2		1	0.06	-0.02		49	0.04	-0.01	0.01
3		1	0.04	-0.01		50	0.05	-0.02	-0.02
4		1	0.03	0.01		50	0.04	0.04	0.03
5		1	0.05	-0.02		50	0.04	0.03	0.02

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.5	0.5	0.05	-0.01						
1.0	1.0	0.06	0.03	0.03	1.0	0.06	0.01	0.01	1
5.0	5.0	0.04	-0.02	0.02	5.0	0.05	-0.04	-0.04	1
10.0	10.0	0.03	-0.03	0.04	10.0	0.05	-0.04	-0.03	1
50.0	50.0	0.05	0.01	0.01	50.0	0.05	-0.01	0.02	1
100.0	100.0	0.04	0.07	0.02	100.0	0.04	-0.01	0.02	1
800.0	799.9	0.01	0.08	0.02	800.0	0.03	0	0.01	1
1000.0	1000.0	0.05	0.08	0.03	1000.0	0.05	-0.1	-0.07	2
1500.0	1500.0	0.07	0.09	0.02	1500.0	0.01	-0.04	-0.05	2
2000.0	2000.0	0.09	0.09	0.04	2000.0	0.05	-0.11	-0.04	2

Leyenda

I: Indicación de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado
E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00177 \text{ g}^2 + 0.000000078065 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 6.805875888 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza: (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-157-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -
NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 200 g

División de escala 0,1 g
Resolución

División de verificación 0,1 g
(e)

Tipo de indicación DIGITAL

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo CL201

N° de serie 02.20.2010

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-157-2023

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 100 g			Carga L1= 200 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100.0	0.01	-0.01	200.0	0.01	-0.02
2	100.0	0.02	-0.01	200.0	0.02	-0.04
3	100.0	0.02	-0.05	200.0	0.01	-0.04
4	99.9	0.01	-0.05	200.0	0.05	0.01
5	99.9	0.01	0.02	200.0	0.01	-0.02
6	99.9	0.02	0.01	200.0	0.03	0.02
7	100.0	0.03	0.01	200.0	0.02	-0.01
8	100.0	0.05	0.01	200.0	0.01	-0.01
9	100.0	0.04	0.01	200.0	0.02	-0.05
10	100.0	0.01	0.02	200.0	0.02	0.01

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
100	100.00	0.5
200	200.00	1



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	2.0	0.2	0.04	-0.01	5.0	5.0	0.01	-0.01	0.01
2		0.2	0.03	-0.02		5.0	0.01	-0.01	0.04
3		0.2	0.05	0.01		5.0	0.02	0.01	0.04
4		0.2	0.01	0.02		5.0	0.01	0.02	0.01
5		0.2	0.01	-0.01		5.0	0.04	0.01	0.02

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.5	0.5	0.01	-0.01						
1.0	1.0	0.06	0.04	0.04	1.0	0.06	0.01	0.04	0.5
2.0	2.0	0.01	-0.05	0.03	1.9	0.05	0.01	-0.03	0.5
5.0	5.0	0.01	0.04	0.05	4.9	0.07	0.03	-0.03	0.5
10.0	10.0	0.04	0.04	0.08	10.0	0.03	0.04	0.01	0.5
20.0	20.0	0.04	0.05	0.02	20.0	0.02	-0.01	0.03	0.5
30.0	30.0	0.03	0.08	0.03	30.0	0.01	-0.01	0.02	0.5
50.0	50.0	0.03	0.01	0.05	50.0	0.03	0.01	-0.02	0.5
100.0	100.0	0.05	0.04	0.04	100.0	0.01	-0.01	-0.01	1
150.0	150.0	0.01	0.08	0.01	150.0	0.01	-0.01	-0.01	1
200.0	200.0	0.01	0.06	0.05	200.0	0.01	-0.01	-0.01	1

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incetidumbre expandida de medición $U_R = 2^* \sqrt{0.00173 \text{ g}^2 + 0.0000080775712 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 261.567315621 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza : (g)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:

**"INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR
Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-
MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO
REAL, CHIMBOTE 2023"**

TESISTA:

MISELI KIREI PAZ VALERIO

UBICACIÓN:

**DISTRITO : CHIMBOTE
PROVINCIA : SANTA
REGIÓN : ANCASH**

~~GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO~~

~~Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 125873 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA~~

CHIMBOTE, JUNIO DEL 2023



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Contenido

1.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	3
1.1.- Generalidades.....	3
1.2.- Metodología y plan de trabajo.....	4
1.3.- Plan de trabajo.....	5
2.0.- Ubicación del área de estudio.....	7
2.1.- CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	
2.2.- CLIMA Y TEMPERATURA:.....	
3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO.....	7
4.0.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	16
4.1.- PROCESOS GEODINAMICOS.....	16
4.2.- Geodinámica Interna:.....	17
4.3.- Tectonismo.....	18
5.0.- TRABAJO DE CAMPO.....	19
6.0.- Ensayos de laboratorio.-.....	19
6.1.- Ensayos químicos de suelos.....	20
7.0.- ENSAYOS ESTARDAR:.....	20
7.1.- ENSAYOS ESPECIALES: se realizó el siguiente ensayo.....	21
8.0.- CLASIFICACION DE SUELO.....	21
9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION.-.....	21
10.- AGRESIVIDAD DEL SUELO.....	22
11.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.....	22
12.- De los terrenos colindantes.....	23
13.- DATOS GENERALES DE LA ZONA.....	23
14.- EFECTO DE SISMO.....	24
15.- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.....	29
16. ANÁLISIS DE TRÁFICO.....	30
18. -PARAMETROS DE DISEÑOS.....	35
19.- METODOS DE DISEÑO.....	37
19.1.- ESPESORES DE DISEÑO.....	42
20.0.- Estructura de la Plataforma Vial:.....	43
21.0.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
21.1 RECOMENDACIONES.....	45

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127794

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 9548771150 - 945417124 RUC: 20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INFORME TECNICO

1.00 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

1.1. - GENERALIDADES

Objetivos

El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, en el marco del desarrollo del Estudio Definitivo del Proyecto "INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023".

El estudio de suelos está orientado a determinar las características físico-mecánicas y químicas del suelo en las áreas donde se emplazará la obra de pavimentación, con el propósito de estimar su comportamiento para resistir los esfuerzos que serán transmitidos por las solicitaciones de cargas vehiculares y con la finalidad de diseñar la estructura de la carretera.

Para alcanzar el objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas de campo.
- Realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos en suelos.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Elaboración de los perfiles estratigráficos y establecimiento de las consideraciones geotécnicas.
- Elaboración de las recomendaciones técnicas y diseño estructural.

Los objetivos secundarios fueron alcanzados mediante la implementación de una metodología de estudio adecuada y la ejecución de un plan de trabajo, que guardaron correspondencia con los términos de referencia establecidos para el presente estudio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.H. 195273 - CONSULTOR C-127796

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Li. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954077150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
E-mail: wilze822@outlook.com



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



1.2.- Metodología y plan de trabajo

Metodología

El conjunto de actividades de campo, laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

a) Fase preliminar

Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de cinco días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de información básica existente.
- Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

b) Fase de campo y ensayos de laboratorio

- Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.
- Programación de las actividades a ejecutarse por las brigadas de calicateros en las áreas de estudio.

Clasificación visual manual de las muestras, Se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades físicas observables para complementar los resultados que se obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos y químicos.

Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, los cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doblo), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Práctica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ingeniero Wilson J. Zelaya Santos
C.I. 192372 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



c) Fase de gabinete

Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos.

- Elaboración de los perfiles geotécnicos representativos del suelo donde se emplazará la obra en mención. Asimismo, la presentación de las profundidades de las napas freáticas encontradas (en caso de presentarse), agresividad química de los suelos y otros parámetros físicos de suelo con fines de pavimentación.
- Recomendaciones técnicas, diseño estructural de la carretera, consideraciones constructivas y sismoresistentes de las obras.
- Conclusiones y recomendaciones del estudio geotécnico.

1.3.- Plan de trabajo.

a) Planteamiento del estudio

El planeamiento del estudio geotécnico, ha sido realizado como una parte del sistema interno de control de calidad. Esto incluyó:

- La definición del área del estudio.
- Identificación de las tareas de campo, laboratorio y gabinete a ser emprendidas, y los alcances de las mismas.
- Elaboración de metodologías para cada una de las actividades de campo, laboratorio y trabajos de gabinete.
- Establecimiento de la secuencia de actividades y la interdependencia de las mismas.
- Procedimientos de interpretación y discusión de los resultados de campo y laboratorio.
- Estimación de los recursos requeridos para el cumplimiento de cada una de las tareas, y determinación de las tareas críticas en cuanto al tiempo y recursos que demanden.

Para el estudio geotécnico, las actividades han sido agrupadas en dos frentes de trabajo:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilzeon J. Zelaya Santos
CIP: 125324 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- _ Frente de excavaciones de calicatas (1.50 m de profundidad promedio)
- _ Frente de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, peso específico). También se incluyen los ensayos de laboratorio de química de suelos (contenido de sales solubles totales y pH).

El planteamiento del estudio ha sido basado en los mejores datos disponibles en la literatura técnica, normas y manuales técnicos, y la experiencia de los integrantes del equipo técnico.

b) Programa de actividades y recursos logísticos

En principio, el programa de actividades ha conservado la estructura inicialmente planteada en la propuesta técnico-económica para este estudio, no obstante, hubo ampliación del tiempo de ejecución del estudio por mutuo acuerdo entre las partes.

La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnica-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195473 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

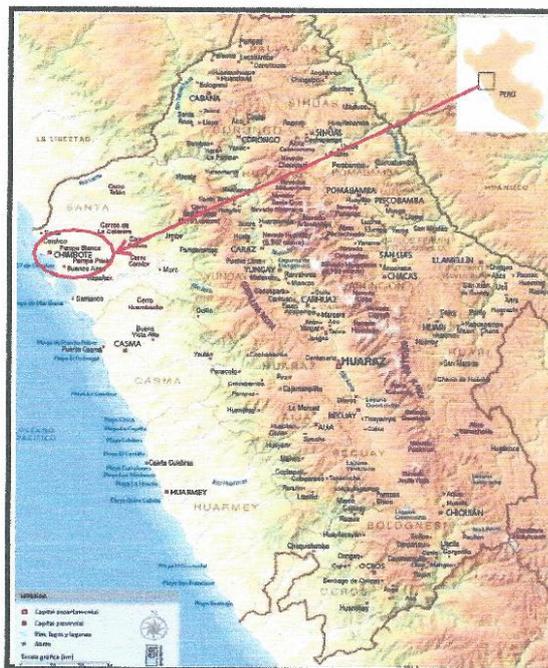
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



2.0.- Ubicación del área de estudio

El área en estudio se ubica en el distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto comprende "INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023".

Ubicación del Proyecto



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 19320 - CONSULTOR C-127798
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

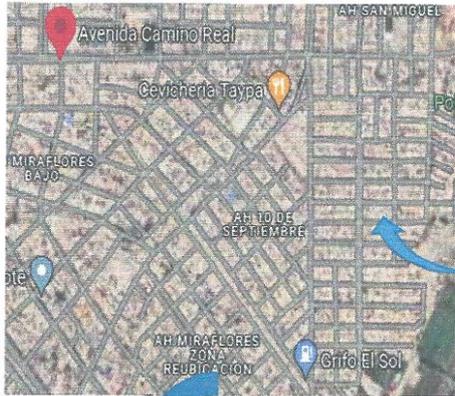


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

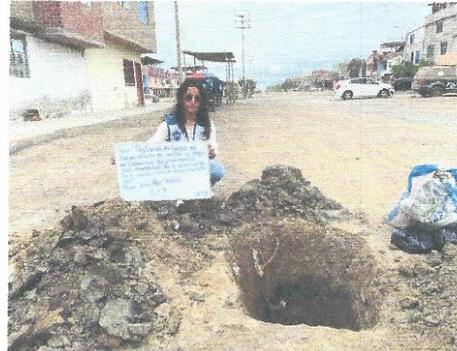
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Ubicación del proyecto



Ubicación de la zona de estudio



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

~~Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C-127796 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA~~

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



2.1 DESCRIPCION DE LA VIA

Esta es la etapa inicial antes de evaluar las otras etapas. Corresponde a determinar la condición de la vía existente en el área en estudio tomando como rasante la tapa de buzones existentes.

El tramo está compuesto de Material de relleno sanitario (mezcla de limos arenas gravas, trapos, costales papeles, plásticos, vidrios, cascajos de ladrillos restos de concreto) Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construcción y debe ser retirado en su totalidad, en un espesor que varía de 0.40 m a 0.50 m.

2.2.- CLIMA Y TEMPERATURA:

El clima en la aquí es suave, y generalmente cálido y templado. Los veranos aquí tienen una buena cantidad de lluvia, mientras que los inviernos tienen muy poco. El clima aquí se clasifica como Cwb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura varía desde los 14°C hasta los 26 °C, teniendo una temperatura promedio de 16 °C. La precipitación es de 804 mm al año.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilze822 J. Zelaya Santos
CIP 195318 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



3.0.- GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO.

Geológicamente el área se caracteriza por presentar una conformación muy variada, con ocurrencia de formaciones litoestratigráficas de diferente edad, naturaleza y competencia, las cuales han sido disturbadas y alteradas en diferente grado por los diversos eventos tectónicos y morfológicos.

Se procederá a describir las principales características geológicas del área del Proyecto, incidiendo en aquellas que tendrán mayor influencia en las obras; para lo cual se ha evaluado la información geológica regional existente, complementándola con las verificaciones de campo.

● Geomorfología general

Las unidades geomorfológicas mayores son: Valles de la vertiente pacífica y las estribaciones de la Cordillera Occidental, dentro de las cuales se pueden identificar las siguientes unidades menores: Valles - Quebradas y los Contrafuertes de la Cordillera.

- **Valles y quebradas.**- Los valles principales, siguen la tendencia general de Este a Oeste y se van ampliando en la faja costanera; se caracterizan por ser valles con actividad fluvial durante todo el año; sus afluentes son quebradas de actividad esporádica durante el año. En el área de estudio, los valles presentan sectores con terrazas aluviales en diferentes niveles; casi la totalidad de los valles es aprovechable para la agricultura.
- **Contrafuerte de la Cordillera.**- Es una faja continua que está constituida por rocas ígneas ó sedimentarias; se localiza en el sector oriental del área de estudio y se caracteriza por presentar una topografía agreste con alturas que llegan hasta los 4,450 m.s.n.m. Unidad que se muestra disectada por valles y quebradas, en donde los relieves muestran laderas con inclinaciones de 25° a 30°.

El relieve general de la cuenca es similar al que caracteriza a casi todos los ríos de la costa, con una hoyada hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado y pendiente pronunciada. En el tramo superior de las cuencas, se observa un relieve escarpado y en parte abrupto, cortado por quebradas profundas. La cuenca se encuentra limitada por cadenas de cerros que muestran un relieve abrupto.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C-127776

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Arequipa
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com
E-mail: wilze822@outlook.com



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



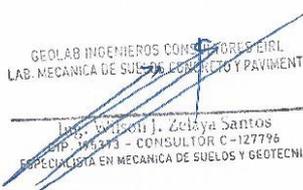
El relieve en la zona del presente estudio está caracterizado por presentar morfologías diferenciadas en la que se han determinado las siguientes sub unidades: Laderas de montañas, cauces fluviales, planicies y conos de los depósitos coluviales. Los relieves del terreno están íntimamente relacionados con las formaciones geológicas:

- **Relieve Abrupto.**- Gradientes superiores a 35.0 grados; relieve que predomina en los afloramientos de rocas ígneas y en las escarpas de las terrazas aluviales.
- **Relieve Moderado.**- Gradientes inferiores a 35.0 grados se observan en los afloramientos rocosos, depósitos aluviales y en los depósitos coluviales.
- **Relieve Suave a Llano.**- Se desarrolla en las zonas con presencia de los depósitos fluviales y aluviales; predomina una morfología subhorizontal alternándose con superficies suavemente onduladas.

3.1 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

A nivel regional y basado en la información geológica existente y proceso de verificación de campo, en el área de estudio se han reconocido unidades litoestratigráficas que van del Cretácico Inferior hasta el Cuaternario reciente, con predominancia de rocas intrusivas y los depósitos cuaternarios. La secuencia y relaciones estratigráficas generalizadas, identificadas en la zona de estudio son las siguientes:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilze B. Zúñiga Santos
DIP. 145173 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Formación Santa	- Secuencia sedimentaria que forma parte del Grupo Goyllarisquisga; esta conformada por calizas oscuras con intercalaciones de lutitas grises.
Formación Carhuaz	- Secuencia sedimentaria que forma parte del Grupo Goyllarisquisga; esta constituida por lutitas (limoarcillitas) intercaladas con algunas areniscas grises a verdes.
Formación Junco	- Secuencia esencialmente volcánica que forma parte del Grupo Casmás; constituida por lavas almohadillas, flujos y brechas, de naturaleza andesítica.
Rocas Intrusivas	- Complejo de rocas intrusivas que gradan en su composición de: Diorita - Tonalita y Tonalita - Granodiorita.
Grupo Calipuy	- Secuencia volcánica de lavas, tobas y aglomerados; su litología varía de andesita a dacita. No presenta niveles sedimentarios.
Depósitos Coluviales	- Mezcla de gravas, arenas, limos y bloques heterométricos, mayormente angulosos.
Depósitos Aluviales	- Compuestos por gravas, arenas, limos y cantos rodados.
Depósitos Fluviales	- Asociados a los cauces actuales; corresponden a suelos granulares, compuestos por gravas, arenas y cantos rodados.

3.2. FORMACION SANTA

Unidad descrita por Benavides V. (1956) como una secuencia de calizas oscuras con intercalaciones de lutitas grises que sobreyacen a las areniscas cuarzosas de la Formación Chimú (Valle del Río Santa).

Sus principales afloramientos, se encuentran el Río Casma, al Oeste de Guadalupe; en el río Loco, al Oeste de Huisco y en la localidad de Breña, con una orientación NE-SO a N-S; otros afloramientos de importancia se ubican en la quebrada de Bambarí, entre los cerros Cuculí y Tambarí. Las ocurrencias más accesibles se encuentran al Sur de Pampa

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilze J. Zelaya Santos

CIP. 192404 - CONSULTOR C-127796

LAB. MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Colorada hasta el río Casma (Cerro Colorado y Buenos Aires) siguiendo un rumbo NO-SE. Mayormente, la Formación Santa presenta una morfología abrupta de aspecto macizo a distancia, más resistente a la erosión y con una coloración más clara que las rocas circundantes; en las superficies meteorizadas, generalmente tiene color marrón a rojizo, sin embargo en corte frescos es gris a gris claro.

La Formación Santa es la secuencia más antigua y generalmente ocupa el núcleo de pliegues anticlinales. De acuerdo con su posición dentro de la secuencia litoestratigráfica, se asume una edad ubicada en el cretáceo inferior, y que posiblemente corresponde a la época valanginiana.

3.3. FORMACION CARHUAZ

Benavides V (1956) denominó Carhuaz a una secuencia de lutitas de estratificación delgada que se encuentran intercaladas con algunas areniscas grises a verdes, en la localidad de Carhuaz (Río Santa). La Formación Carhuaz aflora conjuntamente con la Formación Santa en el sector del cuadrángulo de Casma y en la esquina nor oriental del cuadrángulo de Culebras (Cosma y río Loco); las estructuras que caracterizan a esta unidad siguen una dirección NO-SE.

La característica más notoria en la mayoría de afloramientos es su relieve moderado a suave que generalmente toma una coloración marrón oscura a gris marrón, formando cumbres normalmente redondeadas, con una cobertura de material suelto constituida por fragmentos astillosos ó laminados.

Los fósiles que se han reconocido en la Formación Carhuaz son lamelibranchios, gasterópodos y fragmentos de plantas en el nivel inferior, sin embargo, no se han identificado fósiles que permitan establecer la edad de la sedimentación.

De acuerdo con su posición en la secuencia estratigráfica, se asume que la formación Carhuaz se acumuló durante el Hauteriviense al Aptiano, es así equivalente con el Grupo Huayllapampa definido por J Myers (1974).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilza Santos
CIP 17503 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



3.4.- FORMACION JUNCO

A lo largo del flanco izquierdo del Valle de Culebras entre los cerros Junco Chico y Tenten se encuentra una secuencia de lavas almohadillas, flujos y brechas que yacen directamente y al parecer con leve discordancia angular sobre los cherts y sedimentitas de las formaciones Santa y Carhuaz en el tramo superior del río Culebras (Huaraz). Esta secuencia buza moderadamente al suroeste y se extiende a lo largo de 12 km en el flanco derecho del río; ha sido penetrada por diversos plutones del batolito sufriendo diversos grados de metamorfismo.

Otros afloramientos de la formación Junco se encuentran en los cerros Porvenir, Virahuanca al noreste del Cruce de Tortugas, hasta el cerro Chorreadero y en el cerro Colorado al noreste de Samanco.

La Formación Junco tiene un color gris oscuro a verdoso, aspecto macizo que genera geoformas de relieve moderado a abrupto; su estratificación y estructura no es muy evidente aunque si es más nítida en los casos de las secuencias esquistosas y cuando se encuentra como almohadillas. En la secuencia de la Formación Junco se distinguen claramente lavas almohadillas intercaladas con algunos aglomerados, flujos lávicos, lavas brechadas y en algunos casos horizontes tobáceos.

La Formación Junco que forma parte del Grupo Casma; sobreyace al Grupo Goyllarisquiza e infrayace a la Formación Zorra, por lo que se le asigna una edad a inicios del Albiano.

3.5.- ROCAS INTRUSIVAS

Corresponden al Batolito de la Costa y se presentan en forma alongadas de Norte a Sur, paralela a los Andes; su composición es variable y los intrusivos más importantes corresponden a:

- Unidad Paccho: Gradación de Diorita a Tonalita, los mayores afloramientos se observan próximos a la quebrada Tomeque y muestran un mayor grado de meteorización. Unidad a la que se les considera como pertenecientes a Cretáceo Inferior.
- Unidad Poctao: Gradación de Tonalita a Granodiorita, que predominan en la zona y los afloramientos mayormente corresponden a granodioritas. Por sus

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilze J. Zelaya Santos
CIP 192772 - CONSULTOR C-127796

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA
Departamento de Ancash.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



relaciones estratigráficas, se le asigna una Edad comprendida al Cretáceo Superior.

3.6.- GRUPO CALIPUY

El Grupo Calipuy, se encuentra en los cerros Tomeque y Lomo de Camello al Este de Pampa Colorado; en el cerro Pan de Azúcar y en el extremo oriental de los cerros Champarca Punta, Marquito, Cosma y en el Cerro Mal Paso; constituyendo las partes más elevadas y abruptas.

El Grupo Calipuy consiste de aproximadamente 1,000 m de lavas, tobas y aglomerados que tienen una variación vertical muy rápida, sin presencia de niveles sedimentarios.

El Grupo Calipuy corresponde aun volcanismo que tuvo lugar durante el Eoceno al Mioceno Inferior.

3.7.- DEPOSITOS CUATERNARIOS

Se han reconocido depósitos del tipo aluvial, fluvial, coluviales y coluvio residual; en el área del proyecto alcanzan mayor representatividad los del tipo aluvial y coluvial.

- **Depósitos Aluviales y fluviales.** - Se trata de depósitos granulares heterogéneos, compuestos por gravas, arenas y limos, con presencia de bloques y cantos rodados de grandes dimensiones (Diámetros superiores a 1.50m.).

Dentro de este grupo se incluyen a los depósitos netamente fluviales conformados por materiales heterogéneos, incluyendo los bloques y cantos rodados; suelos de naturaleza y composición variable; los fluviales se ubican en los lechos de los ríos y quebradas afluentes.

- **Depósitos Coluviales y Coluvio residuales.**- Constituyen las acumulaciones de escombros que se localizan en la base de las laderas de los cerros; en algunos se ha complementado el traslado y deposito por la acción del agua.

Los depósitos coluviales, mayormente están constituidos por suelos heterogéneos, mezcla de fragmentos rocosos de volcánicos englobados con una matriz areno limosa y/o arcillosa; erráticamente se muestran la presencia de bloques de grandes dimensiones.

En los mixtos coluvio residuales predominan los elementos finos: Arcillas arenosas y arenas arcillosas con inclusiones de gravas angulosas.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilzean J. Zelaya Santos
CIP. 175273 - CONSULTOR C - 127796
Departamento de Arequipa

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Arequipa
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



4.0.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A nivel regional el área de estudio, la secuencia volcánico sedimentaria, fue plegada y levantada, entre la sedimentación del Grupo Casma y la erupción del Grupo Calipuy, estructuras que están relacionadas a la evolución del Batolito.

La estructura de la secuencia volcánico sedimentaria, presenta tres fajas de deformación; la primera es paralela a la línea de costa y se ubica al oeste del Batolito; la segunda es una faja lineal entre el Grupo Goyllarisquisga y el Grupo Casma, muestra una deformación más intensa; la tercera se ubica en el sector oriental del Batolito y presenta pliegues isoclinales (Formación Santa y Carhuaz).

En el área se observan dos sistemas de fallamiento, el principal con la dirección NO - SE y el otro menos notorio con orientación NE - SO.

Las rocas intrusivas, se encuentran afectadas por sistemas de fracturas y/o diaclasas y se encuentran atravesadas por diques con orientación NO - SE; otra característica es la presencia de xenolitos mayormente máficos (Tamaños superiores a 10cm). La interacción de los sistemas de fracturas, permiten la disyunción ortogonal.

4.1.- PROCESOS GEODINÁMICOS

La ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa observados en el área, están relacionados a la topografía geológica (Litología, grado de meteorización, rasgos estructurales, etc.) y principalmente al factor climático.

Generalmente los procesos geodinámicos, están asociados a terrenos de fuerte pendiente, acumulaciones de materiales sueltos, fuertes precipitaciones, presencia de filtraciones.

La ocurrencia de los fenómenos de Geodinámica externa observados en el área, consisten en:

- **Dinámica fluvial.**- Se caracteriza por cambios de gran rango en el caudal de los ríos, entre las épocas de avenidas y estiaje. En las avenidas la capacidad de carga y transporte se incrementa, han existido eventos aluviónicos, como lo demuestra la presencia de bloques y cantos rodados a lo largo de los cauces. La dinámica fluvial ocasiona los procesos de erosión y acumulación de los depósitos; en algunos casos

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilze822 Zelaya Santos
CIP: 204373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



se manifiestan por la ocurrencia de huaycos (Descargas fluvio torrenciales de lodo y bloques).

- **Desprendimientos de Bloques y Derrumbes.** - Por acción de la gravedad se originan los desprendimientos de bloques y fragmentos rocosos, que tienen estabilidad precaria. Procesos facilitados por la acción del intemperismo físico químico, agua y erosión fluvial.

En la parte superior de la cuenca la zona en las condiciones actuales, se considera moderadamente estable. De originarse fuertes precipitaciones pueden ocurrir perturbaciones geodinámicas por la reactivación de la erosión (Lineal y lateral) de los cauces, originado por consiguiente la movilización de los materiales de las laderas (Depósitos aluvionales y/o materiales rocosos).

4.2.- Geodinámica Interna: Sismicidad:

Aunque se tiene referencias históricas del impacto de terremotos durante el Imperio de los Incas, la información se remonta a la época de la conquista. En la descripción de los sismos se han utilizado como documentos básicos los trabajos de Silgado (1968) y Tesis, de los cuales hacemos algunas referencias de eventos sísmicos hasta antes del 23 de Junio del 2001.

La Sismicidad histórica de Ancash comprende la actividad ocurrida en los siglos pasados en los cuales no se poseen datos instrumentales.

Los sismos históricos ocurridos y los que han afectado al departamento de Ancash son 21. Siendo el del:

31 de Mayo de 1970.- El terremoto y aluvión de Ancash, conocido localmente como el terremoto del 70, fue un sismo de magnitud 7.9 MW en la escala Magnitud Momento sentido en toda la costa y sierra del departamento de Ancash, seguido de un alud que sepultó la ciudad de Yungay.

Fue el sismo más destructivo de la historia del Perú, no solo por la magnitud sino también por la cantidad de pérdidas humanas que afectó la región ancashina y varias provincias de los departamentos de Huánuco, el norte de Lima y La Libertad, dañando una extensa área de aproximadamente 450 km de longitud y 200 km de ancho de la costa y sierra peruana.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ingeniero Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 104373 - CONSULTOR C-427996

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



El terremoto se inició el 31 de mayo de 1970 a las 3:23:32 p.m. Su epicentro fue localizado a 44 kilómetros al suroeste de la ciudad de Chimbote, en el Océano Pacífico, a una profundidad de 64 kilómetros. Su magnitud fue de 7,9 en la escala sismológica de magnitud de momento, según el Instituto Geofísico del Perú, y alcanzó una intensidad máxima de grado VIII en la escala de Mercalli Modificada entre Chimbote, Casma y el Callejón de Huaylas. Produjo además un violento alud en las ciudades de Yungay y Ranrahirca. Las intensidades evaluadas en varias ciudades fueron:

Lugar	Intensidad en Mercalli Modificada (MM)
Samanco, Casma, Chimbote, Huaraz, Caraz, Carhuaz, Yungay	VIII
Huaranca, Atja	VII
Trujillo, Huarmey	VII
Chacas, San Luis, Huarí	VII
Santiago de Chuco	VII
Cajamarca, Huacho, Huánuco, Bambamarca, Chiclayo	V-VI
Huacho, Cerro de Pasco, Tingo María	V
Lima	V-VI
Ica, Chincha Alta, Juanjui	IV
Yurimaguas, Huancayo, Iquitos, Tarapoto	III

Como se mencionó anteriormente, los pueblos que quedaron sepultados fueron el de Yungay por el alud, acabando con más de un 70% de su población, esto también generó la obstaculización de caminos y la desaparición del ferrocarril que unía a Chimbote con Huaranca. Este alud se generó después de los 45 segundos que duró el sismo, causando un huaico de nieve del pico oriental del nevado Huascarán, enterrando por completo a Yungay en la que solo se salvaron unas 300 personas que se refugiaron en el cementerio y dos niños que fueron conocidos después por su peculiar historia relacionada a un circo. **Referencia:** (Terremoto en Ancash 1970, documental).

4.3.- Tectonismo.

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson T. Zelaya Santos
C.I.P. 195328 - CONSULTOR C-127796

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia de Santa, Espediamente en Huancayo, DE SUELOS Y GEOTECNIA
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wltze822@hotmail.com.
E-mail: wltze822@outlook.com.



5.0.- TRABAJO DE CAMPO

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. En total se excavaron 02 calicatas "a cielo abierto", los que se denominan C-01 al C-02.

La profundidad alcanzada en las perforaciones mencionadas es de 1.50 m, por debajo de la sub rasante proyectada y ubicadas en forma alternada (derecha e izquierda) de la vía en estudio.

El plano mostrando la ubicación de las calicatas efectuadas, se presenta en el Anexo "Plano de Ubicación de Calicata".

- La relación resumida de las prospecciones realizadas, así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo "Registro de Sondaje"

5.1.- Muestreo: se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

6.0.- Ensayos de laboratorio

Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas realizadas, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 07 ensayos de análisis granulométrico por tamizado, ensayos de límite líquido y ensayos de límite plástico, 04 ensayos de CBR, 01 ensayos de sales solubles totales y 01 ensayos de Ph, 01 ensayos de Ion Cloruro, 01 ensayos de Ion Sulfato, Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de la empresa GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L., han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS).

Los ensayos anteriormente mencionados se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos instalado en la ciudad de Nuevo Chimbote. Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las Normas Peruanas E.050 de Suelos y cimentaciones, American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) .

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.R. 195973 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
Departamento de Ancash.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

6.1.- Ensayos químicos de suelos

Para estimar la agresividad de los suelos se han ejecutado los siguientes ensayos químicos sobre muestras de suelo obtenidas: 01 ensayos de contenido de sales solubles totales 01 ensayos para la determinación del pH (AASHTO-T289), 01 ensayos de Ion Cloruro y 01 ensayos de Ion sulfato.

Los resultados de los ensayos químicos se presentan en el Anexo.

7.0.- ENSAYOS ESTANDAR: con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

1. Análisis Granulométrico. ASTM D 422
2. Contenidos de Humedad. ASTM D 2216
3. Límites de Consistencia. ASTM D 4318
4. Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
5. Peso Volumétrico. ASTM D 4254
6. Descripción visual de los suelos ASTM D 2487

CUADRO RESULTADO DE ENSAYOS

Calicata N°	Muestra	Unidad	C-01	C-01	C-02	C-02	
			M-1	M-2	M-1	M-2	
	espesor de estrato						
NORMA ASTM	D - 423	Límite Líquido	(%)	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.
	D - 424	Límite Plástico	(%)	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
		Índice Plástico	(%)	-	-	-	-
	D - 2487	Clasificación SUCS	-	SM	SP-SM	SM	SP-SM
		Clasificación AASHTO	-	A - 2 - 4	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 3
		% de Gravas	(%)	0.89	0.00	4.12	0.00
		% de Arenas	(%)	87.08	91.20	81.42	91.02
		Pasante N° 200	(%)	12.04	8.80	14.46	8.98
	Contenido de Humedad	(%)	10.82	19.36	11.68	22.93	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
DHP 195273 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



7.1.- ENSAYOS ESPECIALES: se realizó el siguiente ensayo

California Bearing Radio - C.B.R. (NTP 339.127)

8.0.- CLASIFICACION DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Official (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

Perfiles estratigráficos

Los perfiles estratigráficos del subsuelo para el proyecto, ha sido elaborado en base a lo siguiente:

- Un conjunto de calicatas distribuidas convenientemente en el emplazamiento de la obra.
- Registro de excavaciones del conjunto de calicatas distribuidas en el emplazamiento de la obra.

Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

9.0.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACION. -

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizado, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A - 3(0), está conformado por un material que presenta las siguientes características:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| -Permeabilidad | - Baja |
| - Expansión | - Baja |
| - Valor como terreno de fundación | - Regular a Bueno |
| - Característica de Drenaje | - Bueno |

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C-195512 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



10.- AGRESIVIDAD DEL SUELO.

Se ha verificado del ensayo de sales solubles, que el tipo de suelo encontrado no presenta mayores porcentajes a los admisibles de sales solubles en suelos, se concluye que estas no representarían ningún problema y no afectarían las estructuras del pavimento, debido a la poca agresividad de sales en el suelo.

TABLA 02 ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	P.P.M.	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACION
SULFATOS	0 - 1,000	Leve	Ocasiona un ataque químico al Concreto de la cimentación.
	1,000 - 2,000	Moderado	
	2,000 - 20,000	Severo	
	> 20,000	Muy severo	
CLORUROS	> 6,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos.

TABLA N° 3
TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO
AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS	PORCENTAJE DE SULFATOS SOLUBLES (SO ₄) EN LA MUESTRA DE SUELO (%)	PARTES POR MILLON DE SULFATOS (SO ₄) EN AGUA (p.p.m.)	TIPO DE CEMENTO	RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA (concreto normal)
Despreciable	0 a 0.10	0 a 150	I	
Moderado	0.10 a 0.20	150 a 1,500	II	0.50
Agresivo	0.20 a 2.00	1,500 a 10,000	V	0.45
Muy Agresivo	> de 2.00	> 10,000	V + puzolana	0.45

P.C.A. Asociación Cemento Portland

11.- DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos

D.P. 25373 - CONSULTOR C - 127796

LABORATORIO EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
DEPARTAMENTO DE ANCASH.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Depto. de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSION
0 -15	BAJO
15 -35	MEDIO
35 - 55	ALTO
>55	MUY ALTO

Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados se desprende que hay presencia de suelos de mediano a poco expansivos.

12.- De los terrenos colindantes

- En el área del proyecto no se ha podido verificar otros estudios similares al Presente.

13.- DATOS GENERALES DE LA ZONA.

- a) **Geodinámica Externa.**– Respecto a este fenómeno lo que se puede anotar es que la zona en estudio se encuentra dentro de la región Media de Sismicidad en el Perú en la Zona 4 cuyo factor es $Z = 0.45$, el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Como un antecedente relativamente cercano tenemos el terremoto del 31 de Mayo de 1970, el cual fue uno de los más catastróficos de la Historia, su epicentro fue localizado a 9.4° Latitud Sur y 79.3° Longitud Oeste, el cual produjo una aceleración de $0.24g$. La magnitud calculada fue de 7.5° en la escala de Richter, la cual fue menor al Sismo del 26 de febrero de 1619 que alcanzó 7.8° en la escala de Richter.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilze J. Zúñiga Santos
R.D. 19832 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: norma técnica e.030 "diseño sismorresistente" del reglamento nacional de edificaciones 2018.

b) Terrenos Colindantes. - Adyacentes al terreno se encuentran viviendas, y construcciones de la población.

14.- EFECTO DE SISMO

La zona de estudio corresponde al distrito de Chimbote en el departamento de Ancash, los cuales se encuentran dentro de la zona 4 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) como se puede observar en la figura 1.

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú.

Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIB: 125275 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

- Para la zona donde se cimentara, el suelo de cimentación es arena limosa el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos: S es el factor Suelo con un valor de S=1.10, para un período predominante de Tp= 1,00 s, y Z es el factor de la zona 4 resultando Z= 0.45 g.



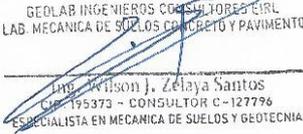
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de 0.42g, y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es 0.21.

En la figura 3 se muestra los valores de isoaceleraciones para un periodo de retorno de 500 años y para una vida útil de 50 años, con una excedencia de 10%.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I. 195373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

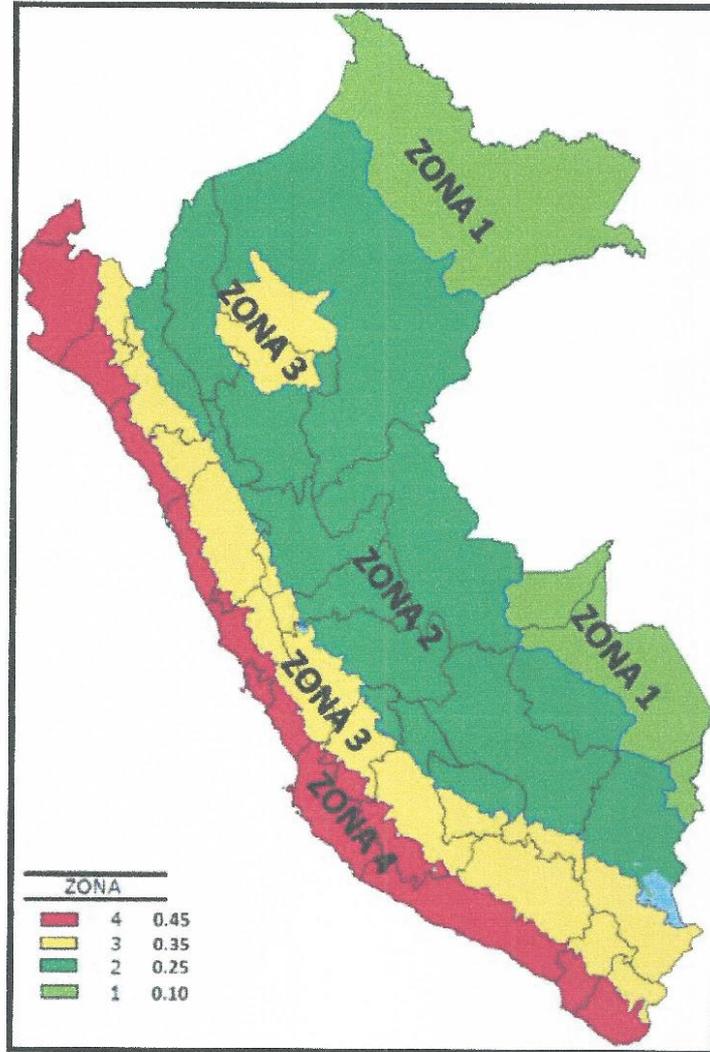


FIGURA N° 1: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2018).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson F. Zelaya Santos
CIP 175328 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

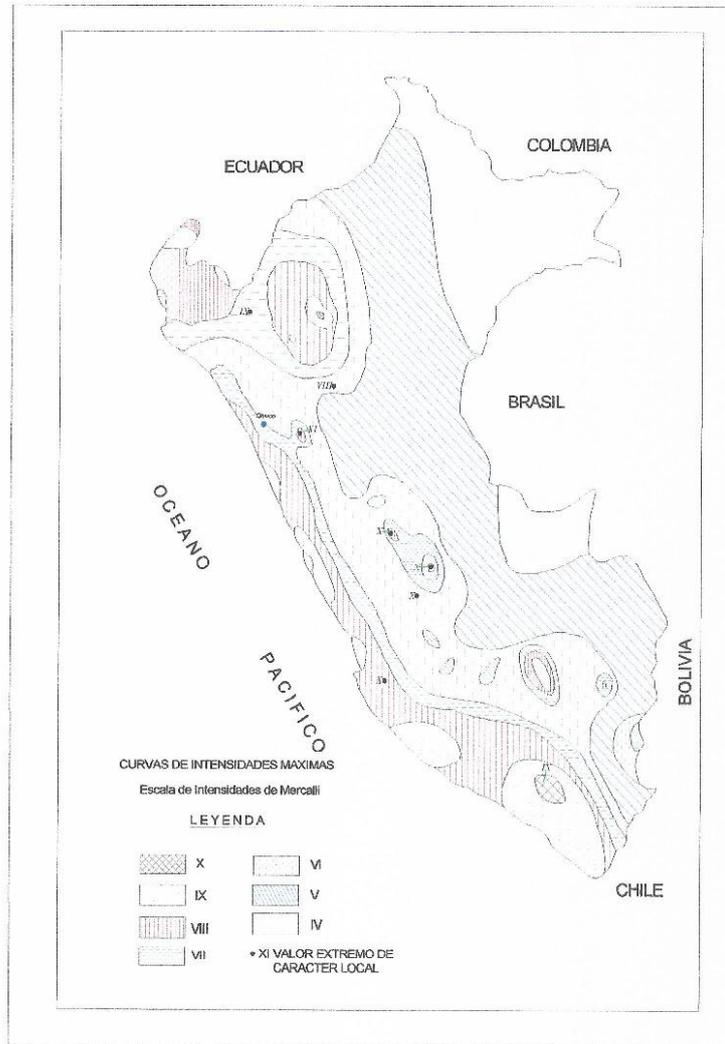


FIGURA N° 2: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et., al. 1984).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ingeniero Wilson J. Zevalya Santos
C.I.R. 295373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

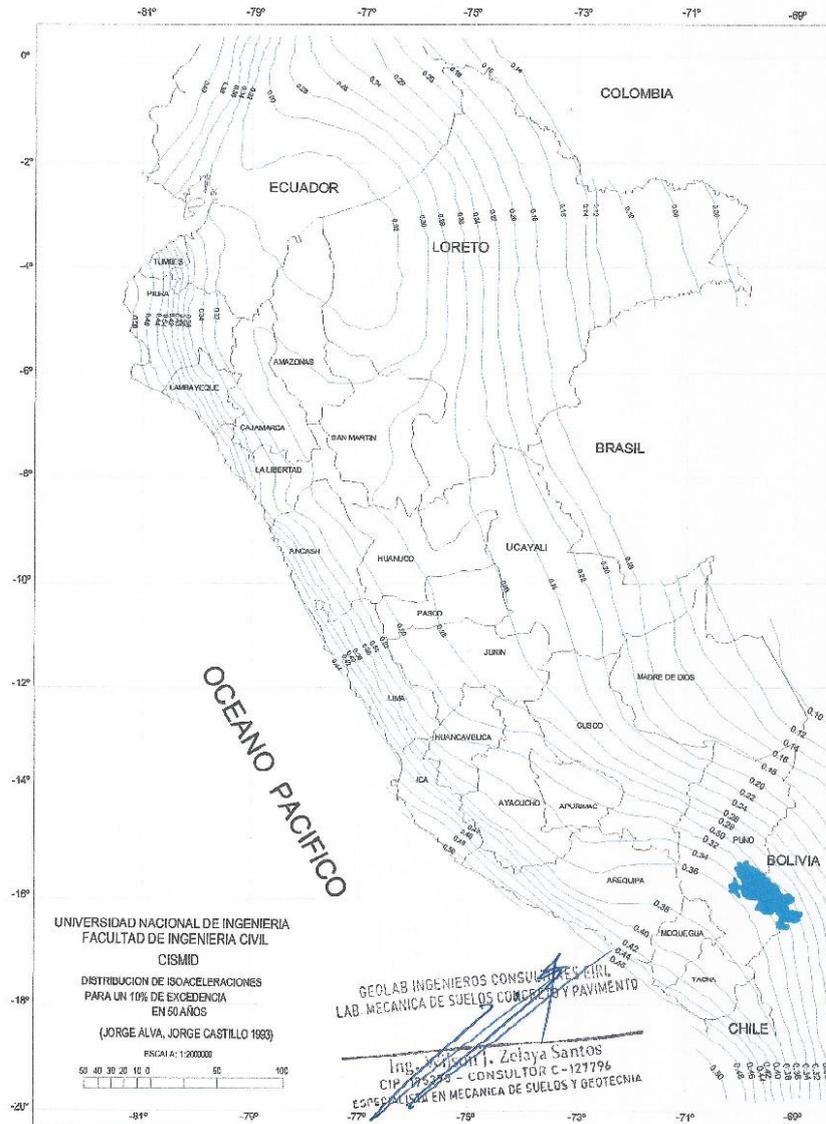


Figura 3. Mapa de Isoaceleraciones para 475 años de Periodo de Retorno.

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wize822@hotmail.com.
E-mail: wize822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



15.- DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.

La calicata N° 01, Presenta nivel freático a la profundidad de 1.10 m, y está conformado de una capa de 0.50 m de espesor de suelo tipo limo contaminado con materia orgánica e inorgánica (raíces, restos de concreto, bolsas, etc.), luego subyace un primer estrato (M-1) de 0.50 m, de espesor de material Arena limosa(SM): de grano grueso a fino, de forma angular y subredondeada, de color gris oscuro con presencia de finos plásticos, seguido un segundo estrato (M-2) de 0.50 m de Arena mal graduada Limosa(SP-SM) de color gris claro, de partículas sub redondeadas, con finos no plásticos, de compacidad suelta y saturada.

La calicata N° 02, Presenta nivel freático a la profundidad de 1.10 m, y está conformado de una capa de 0.40 m de espesor de suelo tipo limo contaminado con materia orgánica e inorgánica (raíces, restos de concreto, bolsas, etc.), luego subyace un primer estrato (M-1) de 0.60 m, de espesor de material Arena limosa(SM): de grano grueso a fino, de forma angular y subredondeada, de color gris oscuro con presencia de finos plásticos, seguido un segundo estrato (M-2) de 0.50 m de Arena mal graduada Limosa(SP-SM) de color gris claro, de partículas sub redondeadas, con finos no plásticos, de compacidad suelta y saturada.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


Iny. Wilze J. Zelaya Santos
CIP. 195304 - CONSULTOR C-127798
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



16. DISEÑO DE AFIRMADO METODO NAASRA

ANÁLISIS DE TRÁFICO

Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura solo tienen interés de vehículos pesados (camiones de carga), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 10 ton. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.

La demanda proyectada será definida como ejes equivalentes para un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². Para la elección de número de repeticiones de EE en el carril de diseño recurriremos a las recomendaciones normativas para caminos no pavimentados

El tráfico proyectado al año horizonte, se clasificará según lo siguiente. Ver siguiente cuadro:

Tabla 0-4: Nrep de Ejes Equivalentes Según Tráfico Proyectado

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{NP1}	≤ 25,000 EE
T _{NP2}	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T _{NP3}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{NP4}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Fuente: Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, MTC.

Para la obtención de la clase de tráfico que circula para el tramo en estudio, se realizará lo siguiente:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ingeniero Wilfredo J. Zelaya Santos
C-127796 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



- a) identificación de sub tramos homogéneos de la demanda. Para el caso del relleno sanitario por la frecuencia de movilización de equipos, y maquinarias, se propone diseñar para un factor crítico T_{NP2} :

IMDa proyectado ≤ 100

N° de Rep EE (Carril de diseño) = 75,000.0

- b) El concepto de EE corresponde a la unidad normalizada por la AASHTO que representa el deterioro que causa en la capa de rodadura un eje simple cargado con 8,2 toneladas. Para el cálculo de los factores destructivos por eje equivalente calculados, se toma en cuenta el criterio simplificado de la metodología AASHTO, aplicando las siguientes relaciones:

Tabla 5: Cálculo de los Factores Deductivos por el Eje Equivalente

Tipo de eje	Eje equivalente EE 8.2tn
Eje simples de rueda simples	$[P/6.6]^4$
Eje simple de rueda doble	$[P/8.16]^4$
Eje tandem de rueda doble	$[P/15.1]^4$
Eje tridem de rueda doble	$[P/22.9]^4$

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, MTC.

También se considerará un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro de los afirmados. Este efecto se incrementa más para el caso de las capas de revestimiento granular en altura donde la baja presión atmosférica genera un aumento de la presión interna del neumático, reduciendo su área de contacto y aumentando la presión sobre la capa de rodadura. Para evitar este efecto en el cálculo de los EE, las llantas deberían tener una presión máxima de 80 psi-pulg².

Para el cálculo de EE de 8.2 t, se usará las siguientes expresiones por tipo de vehículo



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



pesado. El resultado final será la sumatoria de los tipos de vehículos pesados considerados:

$$\text{Nrep de EE } 8.2t = \Sigma [\text{EE día-carril} \times 365 \times (1+t) \text{ n-1}] / (t)$$

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de bajo Volumen de Tránsito, MTC.

EE día-carril = EE x Factor Direccional x factor carril

EE = N° de vehículos según tipo x factor de carga x factor de presión de llantas

Donde:

Nrep de EE.2t = Número de repeticiones de ejes

equivalentes de 8.2t. EE día-carril = Ejes

equivalentes por día para el carril de diseño.

365 = Número de días del año.

t = tasa de proyección del

tráfico, en centésimas. EE =

Ejes Equivalentes.

Factor direccional = 0.5, corresponde a carreteras de dos direcciones por calzada. Factor carril = 1, corresponde a un carril por dirección o sentido.

Factor de presión de llantas= 1, este valor se estima para los CBVT y con capa de revestimiento granular.

El Trafico De Diseño Sera Estimado Ya Que La Carretera ES nueva TIPO Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada

Finalmente, los ejes equivalentes de diseño serán de **N° de Rep EE (Carril de diseño) = 75,000.0**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
[Firma]
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 105373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



16.1. EL VALOR DEL CBR

La Capacidad de Soporte de California (CBR) de la sub rasante, tiene los siguientes valores:

- ✓ Calicata C-02, presenta un C.B.R de 5.55%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

Estación	CBR al 95% MDS
CALICATA 02	5.55

En base a los resultados obtenidos y según El Manual De Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos. Que especifica para hallar el CBR DE DISEÑO:

PARA LA OBTENCION del valor CBR de diseño de la subrasante, se debe considerar lo siguiente:

- En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.
- En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante en función a los siguientes criterios:
 - Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
 - Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor crítico (el más bajo) o en todo caso subdividir la sección a fin de agrupar subsectores con valores de CBR parecidos o similares y definir el valor promedio. La longitud de los sub sectores no será menor a 100 m.
Son valores de CBR parecidos o similares los que se encuentran dentro de un determinado rango de categoría de sub rasante, según cuadro 4.11.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilze I. Zelaya Santos
CIP: 12573 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B L.I. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Tarma
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificara a que categoría de sub rasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

Cuadro 4.11
Categorías de Sub rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Para la elección del valor Relativo de Soporte de Diseño (CBR_d), se empleó un análisis estadístico y al contar con resultados de ensayos de CBR_d, de características homogéneas, obteniéndose el CBR de diseño nos da el siguiente resultado: cuyo valor promedio es de **5.55%**, teniendo un módulo de resiliencia de **7,651** psi.

A la luz de estos resultados el Consultor cree conveniente utilizar este valor como CBR de diseño debido a:

- Ser el valor del análisis estadístico de los resultados de ensayos de CBR, de características homogéneas de CBR obtenidos, perteneciente a suelos tipo SM, los cuales se encuentran en forma aleatoria en todo este tramo como se muestra en el registro de sondaje.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 105473 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



16.2. PARAMETROS DE DISEÑOS.

16.2.1 DISEÑO PARA TERRENO NATURAL PATRON

Teniendo en cuenta la categoría de las vía se deberá de tener en cuenta los siguientes parametros de diseño:

E.A.L. trafico mediano	=	7.50 E+04
✓ Desviación Estándar (So)	=	0.45
✓ Estándar Normal Deviate (Zr)	=	-0.831
✓ Factor de confiabilidad (R)	=	80 %
✓ Servicialidad inicial (pi)	=	4.0
✓ Serviciabilidad final (pf)	=	2
✓ CBR diseño (Sub rasante)	=	5.55
✓ Modulo de Resiliencia (Sub rasante)	=	7,651 Psi

16.2.2 DISEÑO PARA TERRENO NATURAL PATRON+5% DE CENIZA (2.5% ceniza de bagazo de caña de azucar+2.5% ceniza de hoja de platano)

Teniendo en cuenta la categoría de las vía se deberá de tener en cuenta los siguientes parametros de diseño:

E.A.L. trafico mediano	=	7.50 E+04
✓ Desviación Estándar (So)	=	0.45
✓ Estándar Normal Deviate (Zr)	=	-0.831
✓ Factor de confiabilidad (R)	=	80 %
✓ Servicialidad inicial (pi)	=	4.0
✓ Serviciabilidad final (pf)	=	2
✓ CBR diseño (Sub rasante)	=	12.65
✓ Modulo de Resiliencia (Sub rasante)	=	12,964 Psi

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



16.2.3 DISEÑO PARA TERRENO NATURAL PATRON+10% CENIZA (5.0% ceniza de bagazo de caña de azucar+ 5.0% ceniza de hoja de platano)

Teniendo en cuenta la categoría de las via se debera de tener en cuenta los siguientes parametros de diseño:

E.A.L. trafico mediano	=	7.50 E+04
✓ Desviación Estándar (So)	=	0.45
✓ Estándar Normal Deviate (Zr)	=	-0.831
✓ Factor de confiabilidad (R)	=	80 %
✓ Servicialidad inicial (pi)	=	4.0
✓ Serviciabilidad final (pt)	=	2
✓ CBR diseño (Sub rasante)	=	11.24
✓ Modulo de Resiliencia (Sub rasante)	=	12,019 Psi

16.2.4 DISEÑO PARA TERRENO NATURAL PATRON+15% CENIZA (7.5% ceniza de bagazo de caña de azucar+ 7.5% ceniza de hoja de platano)

Teniendo en cuenta la categoría de las via se debera de tener en cuenta los siguientes parametros de diseño:

E.A.L. trafico mediano	=	7.50 E+04
✓ Desviación Estándar (So)	=	0.45
✓ Estándar Normal Deviate (Zr)	=	-0.831
✓ Factor de confiabilidad (R)	=	80 %
✓ Servicialidad inicial (pi)	=	4.0
✓ Serviciabilidad final (pt)	=	2
✓ CBR diseño (Sub rasante)	=	8.10
✓ Modulo de Resiliencia (Sub rasante)	=	9,746 Psi

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilze J. Zelaya Santos
C-195373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



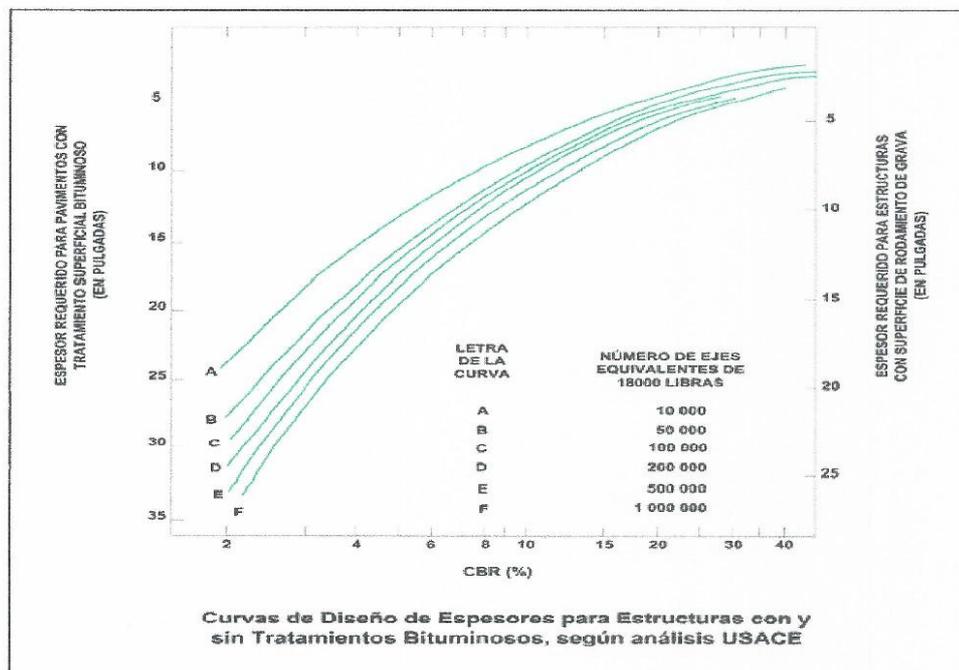
METODOS DE DISEÑO

a) Método de USACE

A fin de determinar el espesor del pavimento requerido, se utilizará el Método de diseño para pavimentos afirmados del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EEUU (USACE).

En el Gráfico "Curvas de Diseño de Espesores para Estructuras con y sin Tratamiento Bituminoso, según Análisis USACE", permite determinar los espesores requeridos para estructuras con superficie de rodamiento de grava, en base a valores de CBR y el correspondiente número de repeticiones de eje estándar.

En el siguiente Cuadro "Resumen de Espesores de Pavimentos", se muestra los espesores obtenidos de la aplicación del Método USACE.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Msc. Zorilson J. Zelaya Santos
193173 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Huánuco
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



b) MÉTODO DEL MTC

El Ministerio de Transportes en su manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, adoptó para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado la ecuación propuesta en el Método NAASRA (Nacional Association of Australian State Road Authorities), hoy AUSTRROADS, que relaciona el valor soporte del suelo (C.B.R.) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

- e : Espesor de capa de Afirmado en mm
C.B.R. : Valor de C.B.R. de la Subrasante
Nrep : Número de repeticiones de EE para el carril de Diseño.

> A) Calculando TERRENO NATURAL -PATRON

- e : Espesor de capa de Afirmado en mm
C.B.R. : 5.55%
Nrep : 75000 EE.

Luego, utilizando la fórmula de diseño para carreteras afirmadas el espesor recomendado (e) para el diseño según Método NAASRA es:

$$E = 263.0 \text{ mm}$$

Entonces el espesor de diseño se tomará el espesor mínimo 30 cm

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 245378 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



➤ **B) Calculando TERRENO NATURAL -PATRON+5% CENIZA(2.5% ceniza de bagazo de caña de azúcar+ 2.5% de ceniza de hoja de plátano)**

e : Espesor de capa de Afirmado en mm
C.B.R. : 12.65%
Nrep : 75000 EE.

Luego, utilizando la fórmula de diseño para carreteras afirmadas el espesor recomendado (e) para el diseño según Método NAASRA es:

$$E= 159.1.0 \text{ mm}$$

Entonces el espesor de diseño se tomará el espesor mínimo 20 cm

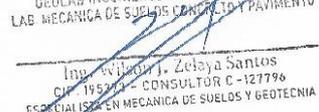
➤ **C) Calculando TERRENO NATURAL -PATRON+10% CENIZA (5.0% ceniza de bagazo de caña de azúcar+ 5.0% de ceniza de hoja de plátano)**

e : Espesor de capa de Afirmado en mm
C.B.R. : 11.24%
Nrep : 75000 EE.

Luego, utilizando la fórmula de diseño para carreteras afirmadas el espesor recomendado (e) para el diseño según Método NAASRA es:

$$E= 171.5.0 \text{ mm}$$

Entonces el espesor de diseño se tomará el espesor mínimo 20 cm

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilton J. Zetoya Santos
CIP: 195273 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



➤ **D) Calculando TERRENO NATURAL –PATRON+15% CENIZA (7.5% ceniza de bagazo de caña de azúcar+ 7.5% de ceniza de hoja de platano)**

e : Espesor de capa de Afirmado en mm
C.B.R. : 8.10%
Nrep : 75000 EE.

Luego, utilizando la fórmula de diseño para carreteras afirmadas el espesor recomendado (e) para el diseño según Método NAASRA es:

$$E= 210.2 \text{ mm}$$

Entonces el espesor de diseño se tomará el espesor mínimo 25 cm

NOTA: según los resultados de los ensayos realizados al terreno natural y en combinación con porcentajes de ceniza (5, 10 y 15%) se tomará al **CBR patrón +5% ceniza (2.5% ceniza de bagazo de caña de azúcar+ 2.5% de ceniza de hoja de platano)** con un valor de soporte de **12.65%**, para elaborar el diseño según la ecuación propuesta en el Método NAASRA (Nacional Association of Australian State Road Authorities), hoy AUSTROADS, que relaciona el valor soporte del suelo (C.B.R.) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE.

ESPESOR DE DISEÑO SEGÚN CATÁLOGO DE CAPAS DE AFIRMADO (REVESTIMIENTO GRANULAR) PERÍODO DE 10 AÑOS Fig 11-2, RECOMENDADA POR EL MANUAL DE CARRETERAS SECCIÓN SUELOS GEOLOGÍA Y PAVIMENTOS.

Según el catálogo de Capas De Afirmado (Revestimiento Granular) Período De 10 Años para EE entre 25000 a 75000 ejes equivalentes y para un **CBR de subrasante- terreno natural PATRON +5 % CENIZA(2.5% ceniza de bagazo de caña de azúcar + 2.5% de ceniza de hoja de platano)** entre 12-20 % le corresponde un espesor:

E= espesor sugerido según catalogo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.I. 127796 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



E= 20 cm

Para la elección del espesor se empleó un análisis y criterio conservador y por durabilidad y al contar con resultados de espesores de 15 cm a 20 cm.

Se Tomará como espesor de la capa de rodadura (base) de la carretera = 20 cm

A la luz de estos resultados el especialista cree conveniente utilizar este valor como espesor de capa de rodadura debido a:

- Ser el espesor más favorable para la zona de estudio lo que nos garantizara que la capa de rodadura cumpla su ciclo de vida.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 195373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Figura 11.1
ESPESOR DE CAPA DE REVESTIMIENTO GRANULAR

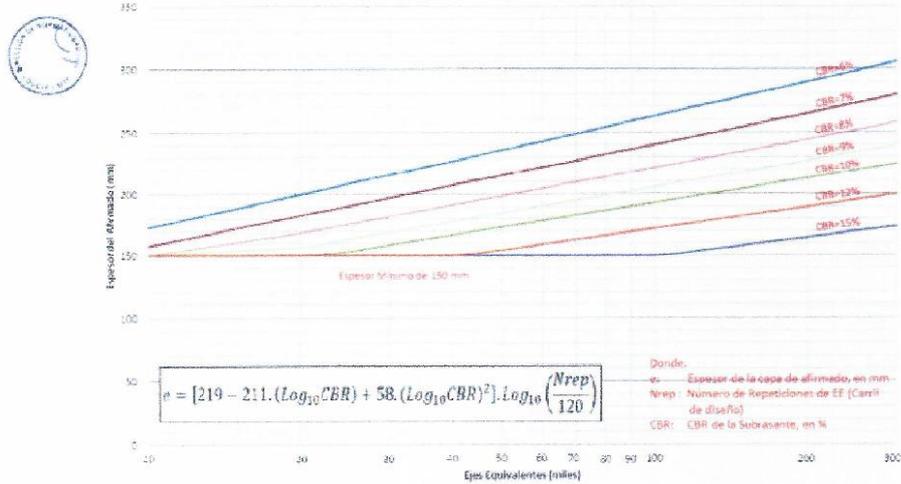


TABLA 6: ESPESORES RECOMENDADOS POR MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTO

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
 ING. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP: 195873 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



19.1.- ESPESORES DE DISEÑO.



Figura N° 11-2
CATALOGO DE CAPAS DE AFIRMADO (REVESTIMIENTO GRANULAR)
 PERIODO DE 10 AÑOS

EE	Tnp1 < 25,000	Tnp2 25,001-75,000	Tnp3 75,001-150,000	Tnp4 150,001-300,000
CBR < 6%	25cm	35cm	30cm	35cm
6% < CBR < 10%	CBR 6%-8%	25cm	30cm	35cm
	CBR 8%-10%	25cm	25cm	30cm
10% < CBR < 20%	CBR 10%-12%	25cm	25cm	25cm
	CBR 12%-20%	15cm	20cm	20cm
20% < CBR < 30%	CBR 20%-30%	15cm	15cm	15cm
	CBR ≥ 30%	15cm	10cm	10cm

Fuente: Elaboración propia en base a ecuaciones de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
 2. EE. Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
 3. Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año.
 4. En la etapa de Operación y Conservación vial, efectuar Perfilado periódicamente por lo menos una vez cada año y control de polvo mediante riego de agua, asfalto, cloruro, aditivos químicos u otros.

Jorge Wilson J. Zelaya Santos
 D.P. 45373 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



Habiéndose efectuado los diseños de Espesores de afirmado utilizando las Metodologías recomendadas por la USACE y la recomendada por el MTC (National Association of Australian State Road Authorities – AUSTRROADS) en base a los C.B.R. de diseño y el EALs de diseño:

Sector	C.B.R. (%)	EALs
Camino real	12.65	7.50E+04

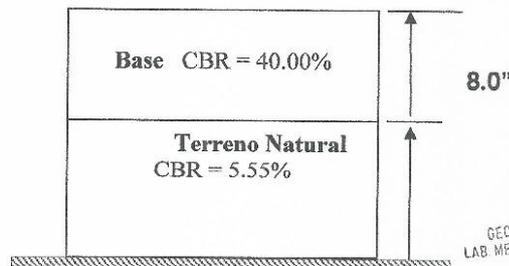
20.0.- Estructura de la Plataforma Vial:

La Capacidad de Soporte de California (CBR) de la sub rasante se tomó del ensayo de CBR realizado al CBR PATRON + 5 % CENIZA (2.5% ceniza de bagazo de caña de azúcar+ 2.5% de ceniza de hoja de plátano), teniendo el siguiente valor promedio.

- ✓ Presenta un C.B.R. de diseño de 12.65%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

En todo el tramo, longitud y ancho de la capa de rodadura se colocará:

- ✓ Una Base de 8" de espesor (20.00 cm.), con material afirmado con finos plásticos con agregado grueso máximo de 1", para un C.B.R. mayor o igual a 40 %, con una compactación mínima del 100% con respecto a su proctor modificado, el control de calidad se hará cada 40 m lineales y en bolillo.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilze 822 J. Zelaja Santos
CIB 145213 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



21.0- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándose en los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como el análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

La evaluación estructural, se realizó mediante calicatas excavadas manualmente, hasta una profundidad de 1.50 m, se extrajeron muestras del suelo que fueron analizadas en el laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de la vía en estudio.

Después de haber realizado los estudios de suelos respectivos a esta zona se puede decir que estamos contando con una sub rasante insuficiente con CBR 5.55%, se concluye que el tipo de suelo de fundación según clasificación SUCS encontrados en los diferentes tramos de la carretera corresponden a suelos tipo: SM, SP-SM.

El nivel freático se ha localizado hasta la profundidad de estudio de 1.10 m.

Como puede apreciarse a nivel de subrasante prácticamente a lo largo de todo el tramo, contienen partículas finas no plásticas, haciéndolo potencialmente vulnerable a la presencia de humedad, y con ella el consecuente daño de la estructura de la carretera no pavimentada (prácticamente motivo principal de deterioro de este tipo de carreteras), por lo que se recomienda la construcción de drenes de evacuación de aguas.

Debido a la uniformidad del terreno y según los perfiles estratigráficos se tomó el valor promedio de los resultados de ensayos CBR (para hallar la **Capacidad de Soporte de California (CBR)** de la sub rasante, la cual nos dio el siguiente valor:

- Presenta un C.B.R de diseño PATRON+5% CENIZA (2.5% ceniza de bagazo de caña de azúcar+ 2.5% de ceniza de hoja de plátano) de 12.65%, obtenido al 95% de M.D.S. a una penetración de 0.1".

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilze B. Zelaya Santos
CIP: 125077 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN CBR (tabla N° 07).

- Lo que indica según tabla N° 01, que dicho material es considerado como Subrasante Buena tipo S1, para el proyecto de camino vecinal de Bajo Volumen de Tránsito.

Tabla N° 07

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

21.1 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda cortar hasta obtener el nivel de subrasante de la vía dependiendo de la topografía de la zona, luego se nivelará, humedecerá y compactará el suelo natural; el cual se verificará su compactación por medio del ensayo de densidad de campo, siendo el porcentaje mínimo requerido el 95% con respecto a su proctor modificado.
- Luego llevará una capa de afirmado de **0.20 m**, de espesor, el material deberá presentar finos plásticos y un índice de plasticidad de **4 - 9**, de gradación "**C**", como se indica en el cuadro **11.2** (Gradación de material de afirmados) según el MANUAL DE CARRETERAS 2014: SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS).
- Se recomienda compactar la base y realizar su respectivo control, por medio del ensayo de densidad de campo, la Compactación mínima requerida será del 100% de la compactación con respecto a su Proctor Modificado.
- Muy importante es el índice de plasticidad que podrá llegar hasta un máximo de **12** y no debe ser menor de **4**. La razón es que la capa de rodadura en su

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Msc. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 493373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular. Esto puede ser crítico durante el periodo seco, pues necesitara riego de agua.

- Un aspecto que debe de tenerse en cuenta en los caminos afirmados es el control de polvo, debido a que todos estos caminos emiten polvo por el tráfico circulante. La cantidad de polvo que produce en un camino afirmado es muy variable, depende de la zona del país (lluvioso o árido), del tráfico que soporta y la calidad del afirmado. Por lo que se recomienda para el control de polvo riegos de agua natural, riegos incluyendo cloruros o aditivos, aplicación de productos asfálticos (imprimación reforzada, diferentes tipos de sellos asfálticos), utilización de cal, cemento u otros estabilizadores químicos.
- Se recomienda la estabilización de la capa de rodadura con materiales como: asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal y/o aditivos químicos según la Sección 301A, 301B, 301C, 301D y 301E del Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG – 2013).
- Con la estabilización de la capa de rodadura se incrementará las características de compacidad del material, logrando una unión más densa de las partículas, reduciendo los deterioros generados por las cargas vehiculares y por acción del clima.
- Se recomienda, durante el proceso constructivo, el control permanente de las características técnicas más saltantes de los materiales provenientes de las Canteras, puesto que la variación heterogénea común de los suelos y rocas podría alterar las propiedades mecánico - físico del agregado, al poder ocasionar una mala selección de los materiales de construcción.
- Todo el material aprovechable que provenga de los cortes será empleado en lo posible en la formación de terraplenes, subrasante, bordes del camino, taludes, asientos y en cualquier otra parte que fuera indicado por el Ingeniero Supervisor, o previa mezcla con materiales de cantera.
- Cualquier variación de la estratigrafía señalada en este informe deberá ser comunicada al Ingeniero Proyectista.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilze J. Zelaya Santos
CIP: 191973 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- **Se recomienda que la calzada tenga el ancho mínimo exigido en el Manual de Carreteras: sección Diseño geométrico de carreteras:**
Trochas Carrozables Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.
- Las conclusiones o recomendaciones presentes, solo se aplican al terreno estudiado, no pudiendo aplicarla para otros fines o a otros sectores.

21.2. RECOMENDACIONES ADICIONALES.

- En las zonas donde existe el material de relleno no seleccionado se recomienda reemplazarlo por material granular de préstamo con agregado grueso máximo de 2", de la clasificación A1 -a (o) y/o A1-b(0), de la clasificación AASHTO.
- Para la construcción de bases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias. En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales.
- No se recomienda utilizar el mismo material de excavación como material de afirmado al estar por debajo de lo requerido para capa de rodadura (presenta valores de CBR= 12.65 obtenido al 100% de M.D.S. a una penetración de 0.1"), CBR de lo requerido afirmado en capa de rodadura mínimo del 40%, según Manual de Carreteras: Sección Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos.
- Por los resultados de los ensayos químicos en suelo se recomienda el uso de cemento tipo v, para cualquier estructura de concreto usada en la obra.
- Los Resultados y ensayos realizados solamente son para la zona en estudio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Pedro J. Zebalá Santos
CIP 275373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



DRENAJES.

- El incremento de la humedad en los materiales que constituyen las capas del firme y la superficie de rodadura de la carretera, lleva generalmente asociado una disminución de su capacidad de soporte y puede dar lugar a fenómenos físico-químicos que modifiquen su estructura y comportamiento de modo perjudicial, tales como erosión, meteorización, disolución, expansión, colapso, etc.
- Para tratar de evitar estos problemas, se recomienda que debe de ejecutarse la construcción de drenes (cunetas) paralelos a la carretera, de acuerdo a la topografía de la zona. Ver fig. 01
- Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Informe Técnico son sólo aplicables para el área estudiada.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilze J. Santos
CIP 194373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

Cuadro 11.2
Gradación del Material de Afirmando

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	GRADACIÓN C	GRADACIÓN D	GRADACIÓN E	GRADACIÓN F
50 mm (2")				
37.5 mm (1 1/2")				
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (3/4")				
12.5 mm (1/2")				
9.5 mm (3/8")	50 - 85	60 - 100		
4.75 mm (N° 4)	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.36 mm (N° 6)				
2.0 mm (N° 10)	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 um (N° 40)	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um (N° 200)	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice de Plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9	4 - 9
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR (referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm))	Min. 40%	Min. 40%	Min. 40%	Min. 40%

Fuente: AASHTO M 147



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilton J. Zelaya Santos
Página 120 | P. 115273 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ANEXOS

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilzeo J. Zeñaya Santos
C.I.F. 195873 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo

Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilfredo J. Zelaya Santos
CI: 11557 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 045417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

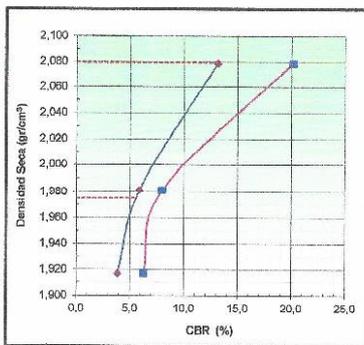
(NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS
: DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

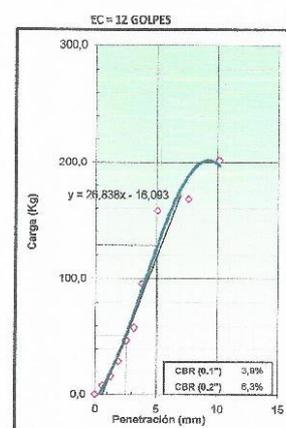
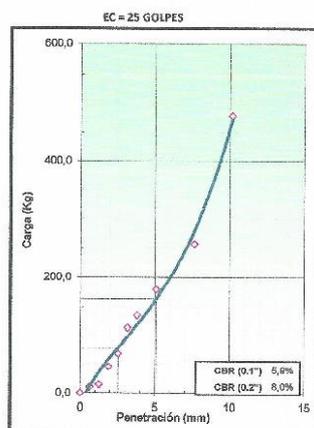
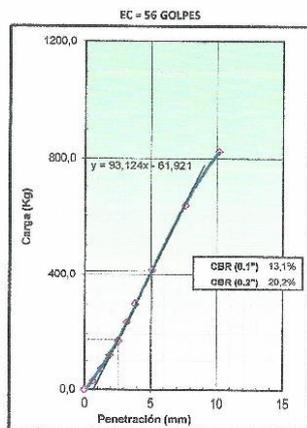
MUESTRA : TERRENO NATURAL (PATRON)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,079
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9,6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,975

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	13,16	0.2":	20,34
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	5,55	0.2":	7,69

RESULTADOS:
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13,16 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5,55 (%)



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ingeniero: Zelya Santos
EXP. 15321 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-113, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

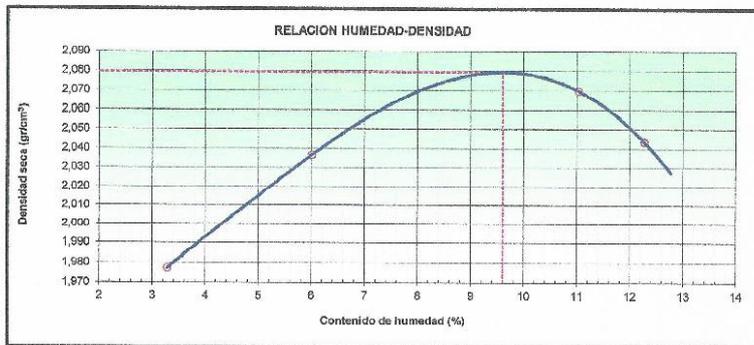
TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
 : DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL (PATRON)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	6725,0	6965,0	7252,0	7244,0	
Peso molde	gr	2520,0	2520,0	2520,0	2520,0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4205,0	4445,0	4732,0	4724,0	
Volumen del molde	cm ³	2059,0	2059,0	2059,0	2059,0	
Peso volumétrico húmedo	gr	2,042	2,159	2,298	2,294	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	123,2	136,2	125,6	115,6	
Peso del suelo seco + tara	gr	119,6	129,0	114,0	104,0	
Tara	gr	10,2	9,8	8,9	9,5	
Peso de agua	gr	3,6	7,2	11,6	11,6	
Peso del suelo seco	gr	109,4	119,2	105,1	94,5	
Contenido de agua	%	3,28	6,01	11,04	12,28	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1,977	2,036	2,070	2,043	
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						2,079
<i>Humedad óptima (%)</i>						9,6



Observaciones:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Nelson J. Zelaya Barrios
 CIP 195073 - CONSULTOR E-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y HOJA DE PLATANÓ EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS
 : DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
 UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
 TESISISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
 LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
 FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL (PATRON)

COMPACTACION

Molde Nº	1		2		3	
	56		25		12	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11340,0	11405,0	11760,0	11840,0	10985,0	11328,0
Peso de molde (g)	6535,0	6535,0	7080,0	7080,0	6545,0	6545,0
Peso del suelo húmedo (g)	4805,0	4870,0	4680,0	4760,0	4440,0	4783,0
Volumen del molde (cm ³)	2109,7	2109,7	2127,6	2127,6	2109,7	2109,7
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,278	2,308	2,200	2,256	2,105	2,267
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	121,4	487,00	86,4	476,00	112,4	478,30
Peso suelo seco + tara (g)	111,6	438,53	80,0	421,50	104,3	404,40
Peso de tara (g)	9,6	0,0	22,1	0,0	22,0	0,0
Peso de agua (g)	9,8	48,5	6,4	54,5	8,1	75,9
Peso de suelo seco (g)	102,0	438,5	57,9	421,5	82,3	404,4
Contenido de humedad (%)	9,6	11,1	11,0	12,9	9,8	18,3
Densidad seca (g/cm ³)	2,079	2,079	1,981	1,981	1,917	1,917

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
00/01/1900	3:33 PM	0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
01/01/1900	3:33 PM	24	132,0	1,32	0,7	137,0	1,37	0,8	140,0	1,40	0,8
02/01/1900	3:33 PM	48	135,0	1,35	0,8	138,0	1,38	0,8	141,0	1,41	0,8
03/01/1900	3:33 PM	72	136,0	1,36	0,8	139,0	1,39	0,8	141,0	1,41	0,8
04/01/1900	3:33 PM	96	136,0	1,36	0,8	139,0	1,39	0,8	143,0	1,43	0,8

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000			0,0			0,0				0,0			
0,635			29,1			10,0				7,5			
1,270			72,2			14,0				15,6			
1,905			121,3			45,1				28,9			
2,540	70,5		174,5	179,2	13,1	68,5	80,0	5,9		48,0	52,6	3,9	
3,170			239,0			115,2				59,0			
3,810			301,2			136,9				95,4			
5,080	105,7		415,6	412,2	20,2	178,5	169,3	8,0		158,0	128,7	6,3	
7,620			635,8			256,6				168,0			
10,160			824,6			478,5				202,0			

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Anderson J. Zelaya Santos
 CIP 195313 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

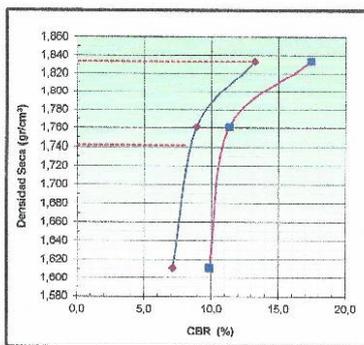
(NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
: DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL PATRON+15% CENIZA (7.5% DE CENIZA BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 7.5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)



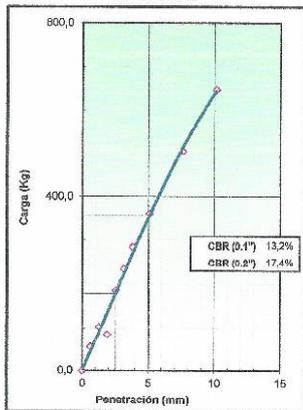
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,833
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14,6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,741

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	13,24	0.2":	17,36
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	8,10	0.2":	10,24

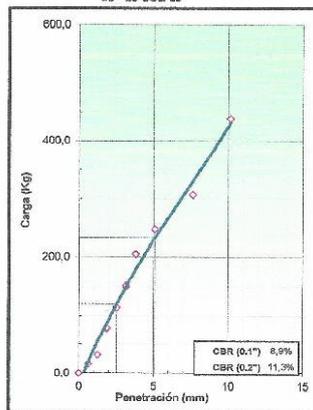
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 13,24 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8,10 (%)

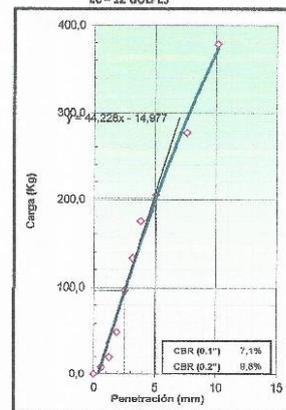
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson J. Zelaya Santos
CIP 195373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-2557, AASHTO T-180)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

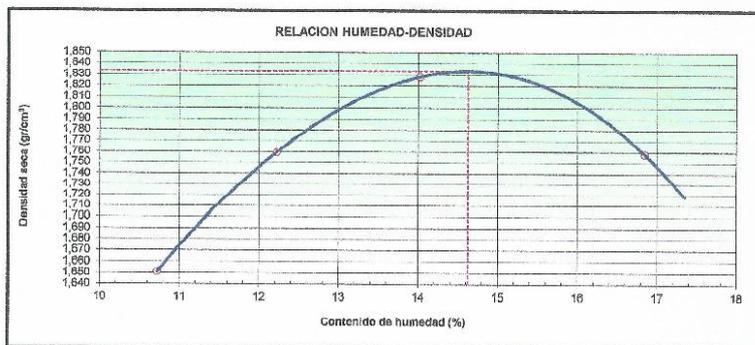
TESIS	: INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
	: DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION	: DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA	: MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION	: AVENIDA CAMINO REAL
FECHA	: JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: TERRENO NATURAL PATRON+15% CENIZA (7.5% DE CENIZA BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 7.5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)
----------------	--

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	6284,0	6585,0	6812,0	6750,0	
Peso molde	gr	2520,0	2520,0	2520,0	2520,0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3764,0	4065,0	4292,0	4230,0	
Volumen del molde	cm ³	2059,0	2059,0	2059,0	2059,0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1,828	1,974	2,085	2,054	
Recipiente Nº		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	168,2	192,2	122,9	155,6	
Peso del suelo seco + tara	gr	154,2	173,5	110,2	136,0	
Tara	gr	23,6	20,5	19,6	19,6	
Peso de agua	gr	14,0	18,7	12,7	19,6	
Peso del suelo seco	gr	130,6	153,0	90,6	116,4	
Contenido de agua	%	10,72	12,22	14,02	16,84	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1,651	1,759	1,828	1,758	
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1,828
<i>Humedad óptima (%)</i>						14,6



Observaciones:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

[Firma]
Ing. Wilfredo J. Zelaya Santos
CIP 194593 - CONSULTOR C-127798
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
 : DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL PATRON+15% CENIZA (7.5% DE CENIZA BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 7.5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)

COMPACTACION

Molde Nº	1		2		3	
	56		25		12	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10970,0	11050,0	11380,0	11520,0	10450,0	10650,0
Peso de molde (g)	6335,0	6335,0	7080,0	7080,0	6545,0	6545,0
Peso del suelo húmedo (g)	4435,0	4515,0	4300,0	4440,0	3905,0	4105,0
Volumen del molde (cm ³)	2109,7	2109,7	2127,6	2127,6	2109,7	2109,7
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,102	2,140	2,021	2,105	1,851	1,946
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	175,2	481,80	144,2	444,00	136,7	410,50
Peso suelo seco + tara (g)	154,0	388,72	128,5	374,68	121,8	339,81
Peso de tara (g)	9,6	0,0	22,1	0,0	22,0	0,0
Peso de agua (g)	21,2	64,8	15,7	69,3	14,9	70,7
Peso de suelo seco (g)	144,4	386,7	106,4	374,7	99,8	339,8
Contenido de humedad (%)	14,7	16,8	14,8	18,5	14,9	20,8
Densidad seca (g/cm ³)	1,833	1,893	1,761	1,761	1,611	1,611

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
00/01/1900	3:33 PM	0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0
01/01/1900	3:33 PM	24	25,0	0,25	0,1	27,0	0,27	0,2	29,0	0,29	0,2
02/01/1900	3:33 PM	48	27,0	0,27	0,2	30,0	0,30	0,2	33,0	0,33	0,2
03/01/1900	3:33 PM	72	29,0	0,29	0,2	31,0	0,31	0,2	34,0	0,34	0,2
04/01/1900	3:33 PM	96	122,0	1,22	0,7	200,0	2,00	1,1	288,0	2,88	1,6

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 1						MOLDE Nº 2						MOLDE Nº 3					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%			
0,000			0,0					0,0						0,0					
0,655			55,5					16,0						8,0					
1,270			109,4					31,6						19,7					
1,905			85,4					79,5						49,6					
2,540	70,5		187,1	180,6	13,2			115,3	121,3	8,9				97,4	97,1	7,1			
3,170			235,0					151,2						139,3					
3,810			282,8					205,0						175,1					
5,080	105,7		360,6	356,0	17,4			246,9	232,0	11,3				205,0	201,4	9,8			
7,520			504,2					306,7						276,8					
10,160			647,8					438,4						378,5					

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. *[Firma]* Zafra Santos
 D. 18547 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



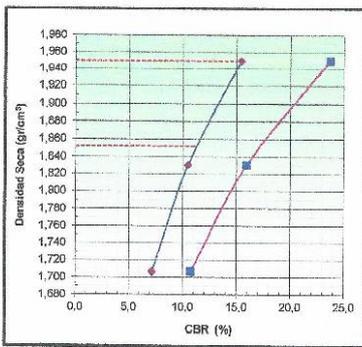
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
 : DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL PATRON+10% CENIZA (5% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)

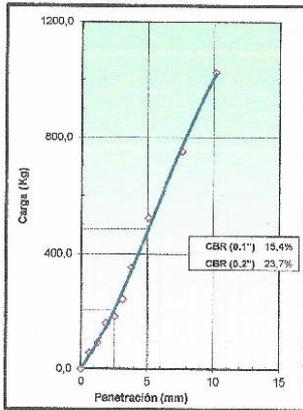


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,949
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12,2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,852

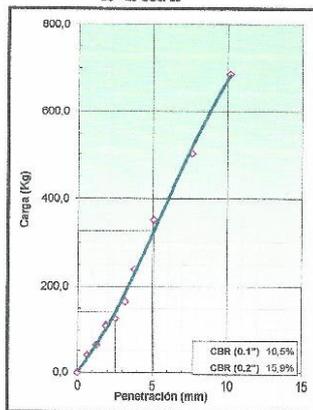
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	15,41	0.2"	23,69
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	11,24	0.2"	17,13

RESULTADOS:
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 15,41 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 11,24 (%)

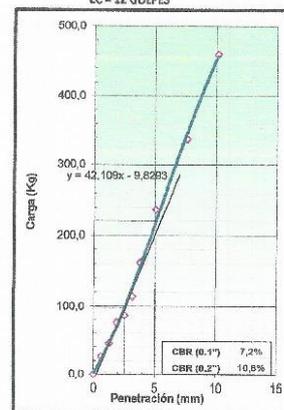
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

(Signature)
 Ing. Wilmar J. Zúñiga Santos
 CIP: 194375 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

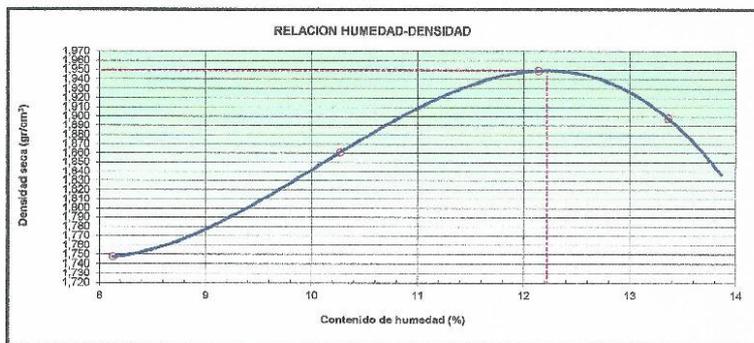
TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
: DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL PATRON+10% CENIZA (5% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	6410,0	6745,0	7020,0	6950,0	
Peso molde	gr	2520,0	2520,0	2520,0	2520,0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3890,0	4225,0	4500,0	4430,0	
Volumen del molde	cm ³	2059,0	2059,0	2059,0	2059,0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.889	2,052	2,186	2,152	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	187,5	212,2	196,5	206,3	
Peso del suelo seco + tara	gr	175,2	194,5	178,0	185,0	
Tara	gr	24,5	22,2	25,6	25,6	
Peso de agua	gr	12,3	17,7	18,5	21,3	
Peso del suelo seco	gr	150,7	172,4	152,4	159,4	
Contenido de agua	%	8,13	10,27	12,14	13,36	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1,747	1,861	1,949	1,898	
Densidad máxima (gr/cm³)						1,949
Humedad óptima (%)						12,2



Observaciones:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilson J. Zeleza Santos
CIP 39373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
 : DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL PATRON+10% CENIZA (5% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)

COMPACTACION

Molde Nº	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11150,0	11250,0	11450,0	11690,0	10960,0	11350,0
Peso de molde (g)	6535,0	6535,0	7080,0	7080,0	6545,0	6545,0
Peso del suelo húmedo (g)	4615,0	4715,0	4370,0	4610,0	4015,0	4805,0
Volumen del molde (cm ³)	2109,7	2109,7	2127,6	2127,6	2109,7	2109,7
Densidad húmeda (g/cm ³)	2,188	2,235	2,054	2,185	1,903	2,278
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	156,4	471,80	178,4	481,00	169,3	480,50
Peso suelo seco + tara (g)	140,7	411,26	161,1	389,40	154,0	369,98
Peso de tara (g)	12,5	0,0	19,6	0,0	21,4	0,0
Peso de agua (g)	15,7	60,5	17,3	71,6	15,3	120,5
Peso de suelo seco (g)	128,2	411,2	141,5	389,4	132,6	360,0
Contenido de humedad (%)	12,2	14,7	12,2	18,4	11,5	33,5
Densidad seca (g/cm ³)	1,949	1,949	1,830	1,830	1,706	1,706

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
00/01/1900	3:33 PM	0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0
01/01/1900	3:33 PM	24	95,0	0,93	0,5	96,0	0,96	0,5	110,0	1,10	0,6
02/01/1900	3:33 PM	48	101,0	1,01	0,6	131,0	1,31	0,7	174,0	1,74	1,0
03/01/1900	3:33 PM	72	195,0	1,95	1,1	196,0	1,96	1,1	198,0	1,98	1,1
04/01/1900	3:33 PM	96	198,0	1,98	1,1	197,0	1,97	1,1	199,0	1,99	1,1

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 1						MOLDE Nº 2						MOLDE Nº 3					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%			
0,000			0,0					0,0						0,0					
0,635			55,5					39,6						25,6					
1,270			91,4					69,5						44,9					
1,905			163,2					111,3						76,8					
2,540	70,5		187,1	210,3	15,4			127,3	142,9	10,5				87,4	97,8	7,2			
3,170			246,9					167,2						114,0					
3,810			354,6					238,9						161,8					
5,080	105,7		522,1	484,7	23,7			350,6	325,8	15,9				236,3	220,0	10,8			
7,620			749,5					502,2						337,3					
10,160			1024,5					685,7						459,6					

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

[Firma]
 MTC 12373 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



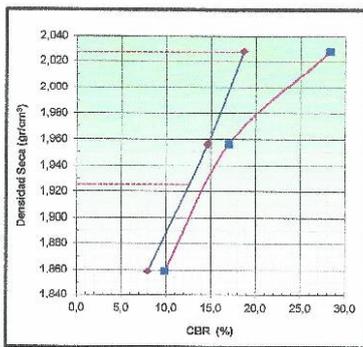
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
: DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL PATRON+5% CENIZA (2.5% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 2.5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)



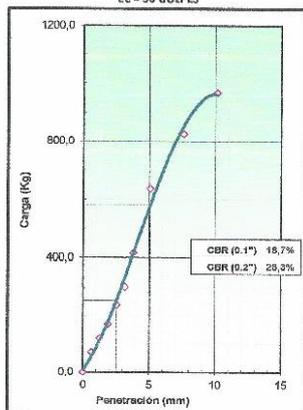
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,027
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10,4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,925

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	18,61	0.2":	28,05
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	12,65	0.2":	13,58

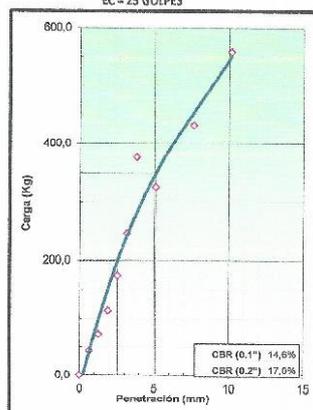
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 18,61 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12,65 (%)

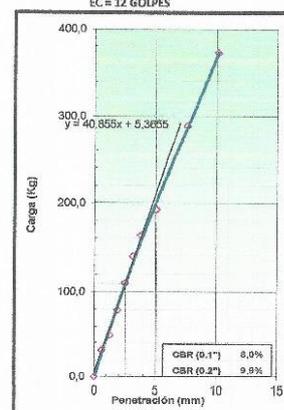
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
C.P. 35273 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

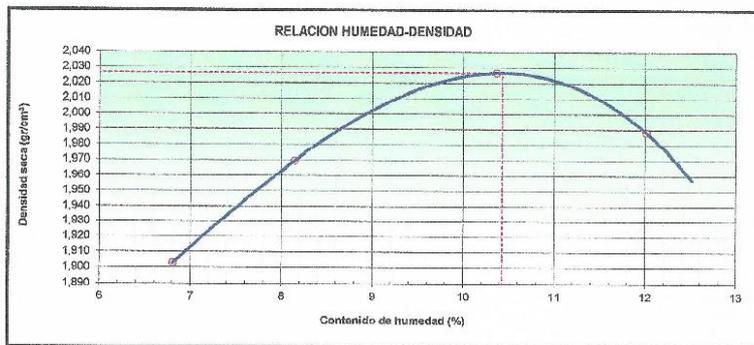
TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
: DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL PATRON+5% CENIZA (2.5% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 2.5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	6704,0	6905,0	7125,0	7105,0		
Peso molde	gr	2520,0	2520,0	2520,0	2520,0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4184,0	4385,0	4605,0	4585,0		
Volumen del molde	cm ³	2059,0	2059,0	2059,0	2059,0		
Peso volumétrico húmedo	gr	2,032	2,130	2,237	2,227		
Recipiente Nº		1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	174,1	180,6	166,1	145,3		
Peso del suelo seco + tara	gr	164,0	176,5	151,5	131,0		
Tara	gr	15,6	15,6	10,6	12,3		
Peso de agua	gr	10,1	13,1	14,6	14,3		
Peso del suelo seco	gr	148,4	160,9	140,9	118,7		
Contenido de agua	%	6,81	8,14	10,36	12,01		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1,903	1,969	2,026	1,988		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2,027
						Humedad óptima (%)	10,4



Observaciones:

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. *[Signature]* Zelaya Santos
CIP 17520 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MITC E-132, ASHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS
 : DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
UBICACION : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : MISELI KIREI PAZ VALERIO
LOCALIZACION : AVENIDA CAMINO REAL
FECHA : JUNIO DEL 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : TERRENO NATURAL PATRON+5% CENIZA (2.5% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + 2.5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)

COMPACTACION

Molde Nº	1		2		3	
	56		25		12	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11258,0	11365,0	11702,0	11780,0	10850,0	11350,0
Peso de molde (g)	6535,0	6535,0	7080,0	7080,0	6545,0	6545,0
Peso del suelo húmedo (g)	4723,0	4830,0	4622,0	4700,0	4305,0	4805,0
Volumen del molde (cm³)	2109,7	2109,7	2127,6	2127,6	2109,7	2109,7
Densidad húmeda (g/cm³)	2,239	2,289	2,172	2,228	2,041	2,278
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	135,3	483,00	86,4	470,00	112,4	480,50
Peso suelo seco + tara (g)	123,4	427,72	80,0	416,27	104,3	392,11
Peso de tara (g)	9,6	0,0	22,1	0,0	22,0	0,0
Peso de agua (g)	11,9	55,3	6,4	53,7	8,1	88,4
Peso de suelo seco (g)	113,8	427,7	57,9	416,3	82,3	392,1
Contenido de humedad (%)	10,4	12,9	11,0	12,9	9,8	22,5
Densidad seca (g/cm³)	2,027	2,027	1,957	1,957	1,859	1,859

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
00/01/1900	3:33 PM	0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0
01/01/1900	3:33 PM	24	135,0	1,35	0,8	144,2	1,44	0,8	152,3	1,52	0,9
02/01/1900	3:33 PM	48	136,0	1,36	0,8	146,6	1,47	0,8	152,8	1,53	0,9
03/01/1900	3:33 PM	72	137,0	1,37	0,8	147,0	1,47	0,8	153,5	1,54	0,9
04/01/1900	3:33 PM	96	139,0	1,39	0,8	149,0	1,49	0,8	154,0	1,54	0,9

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0,000			0,0			0,0				0,0			
0,635			72,2			43,6				31,6			
1,270			121,3			79,5				49,6			
1,905			174,5			115,3				79,5			
2,540	70,5		239,0	254,4	18,7	175,0	199,6	14,6		109,4	108,7	8,0	
3,175			301,2			245,0				139,3			
3,810			415,6			375,0				163,2			
5,080	105,7		635,8	578,8	28,3	325,0	348,0	17,0		193,1	201,8	9,9	
7,620			824,5			432,4				288,8			
10,160			968,0			558,0				372,6			

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ingeniero Willem J. Zeiaya Santos
 N.º 195073 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo

Registro de Sondaje

~~GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO~~
~~Ingeniero J. Zelaya Santos
CIP: 198304 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA~~

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B LI. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 **RUC:**20604190640
E-mail: witze822@hotmail.com.
E-mail: witze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbo - RUC: 20604190640
Telefono: 954877159 - 9545417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



PROYECTO	INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y HOJA DE PLÁTANO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
TESISTA	MISSE J KIRE PAZ VALERIO
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
FECHA	JUNIO DEL 2023
Cálculo	: C-01
	Profundidad Abanzada (m) 1,50 Nivel Freático (m) 1,10

PROFUNDIDAD (METERS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (USCS)
			DN, g/cm ³	LN, %			
0,50	C					Material de relleno no controlado mezcla de limos, arenas con materia organica e inorganica (bolsas, ladrillos, restos de concreto) Suelo poco firme y suelto	RELLENO
0,50	A	M-1				Arena Limosa (SM): de grano fino, de forma subredondeada, de color Gris oscuro con presencia de finos no plasticos Condición in situ: semi suelto y húmedo Gravas % 0,88% Arenas% 87,08% finos% 12,04% Limite Liquido N.L. Indice de Plasticidad -	SM
	L					Arena Mal Graduada Limosa(SP-SM): de grano fino, de forma subredondeada, de color gris claro con presencia de finos no plasticos Condición in situ: semi suelto y húmedo a saturado Gravas % 0,00% Arenas% 91,20% finos% 8,80% Limite Liquido N.L. Indice de Plasticidad -	SP-SM
1,10	A				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Nivel Freático Presente</div>		
	T						
1,50	A						

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 205322 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



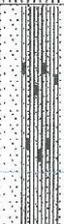
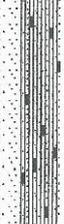
GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190440
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: WHze822@hotmail.com



PROYECTO	INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2013
TESTISTA	MISSEI KHIDI PAZ VALERIO
UBICACION	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA REGION ALCABAL
FECHA	JUNIO DEL 2013
Calcuta	: C-02
	Profundidad Alcanzada (m) 1,50 Nivel Freatico (m) 1,10

PROFUNDIDAD (Metros)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (USCS)
			DM, g/cm ³	HN, %			
0,40	C					Material de relleno no controlado mezcla de limas, arenas con materia organica e inorganica (bolsas, ladrillos, restos de concreto) Suelo poco firme y suelto	RELLENO
0,60	A	M-1				Arena Mal Graduada Limosa (SP-SM): de grano fino, de forma subredondeada, de color beige oscuro con presencia de finos no plasticos Condición in situ : semi suelto y húmedo a saturado Gravas % 4,12% Arenas% 81,42% finos% 14,46% Limite Líquido N.L. Índice de Plasticidad -	SM
	L						
	I						
1,10	C	M-2				Arena Mal Graduada (SP): de grano fino, de forma subredondeada, de color beige oscuro con presencia de finos no plasticos Condición in situ : semi suelto y húmedo a saturado Gravas % 0,00% Arenas% 81,02% finos% 8,98% Limite Líquido N.L. Índice de Plasticidad -	SP-SM
	A						
	T						
1,50	A						

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 L.A.S. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP. 198372 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo

Ensayo Analisis Granulométrico

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilze J. Eslava Santos
CIP. 175273 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC: 20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318	
Proyecto:	INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
Tesista :	MISELI KIREI PAZ VALERIO
Ubicación:	AVENIDA CAMINO REAL
Calicata:	C-01
Muestra:	PATRON + 15% DE CENIZA (7.5% CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + Profundidad muestra (m): 7.5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)
Fecha :	JUNIO DEL 2023

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LIQUIDO			
Determinación No	A	B	C
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

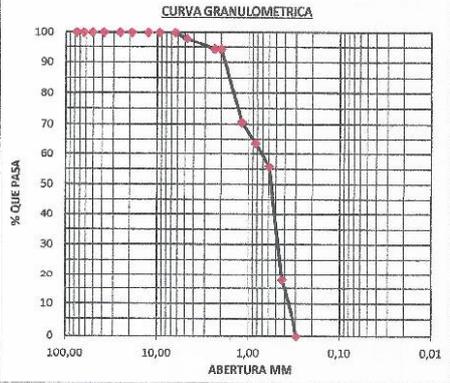
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w/P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Peso inicial:	1,170,01	[gr]	Peso final:	1,170,01	[gr]
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% RetAcum	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,500				
3/8"	9,500				
1/4"	6,350				
Nº 4	4,750	24,15	2,1%	2,1%	97,9%
Nº 8	2,360				
Nº 10	2,000	42,39	3,6%	5,7%	94,3%
Nº 16	1,190				
Nº 20	0,840	161,24	13,8%	19,5%	80,5%
Nº 30	0,595	115,74	9,9%	29,4%	70,6%
Nº 40	0,425	81,21	6,9%	36,3%	63,7%
Nº 50	0,297	92,14	7,9%	44,2%	55,8%
Nº 100	0,166	192,54	16,5%	60,6%	39,4%
Nº 200	0,075	248,96	21,3%	81,9%	18,1%
Pasa 200		211,64	18,1%	100,0%	0,0%
Total					



RESULTADOS				
Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	2,06%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	78,05%
Índice Plástico	-	%	Finos	18,08%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 2
A.A.S.H.T.O. A-2-4
U.S.C. SM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Aaron J. Zeisya Santos
R.P. 195373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
<small>ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318</small>	
Proyecto:	INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
Tesista :	MISELI KIREI PAZ VALERIO
Ubicación:	AVENIDA CAMINO REAL
Calicata:	C-01
	Fecha : JUNIO DEL 2023
Muestra:	PATRON+10% DE CENIZA (5.0 % CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR + Profundidad muestra (m): 5.0% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	A	B	C
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P ₀			
W%			

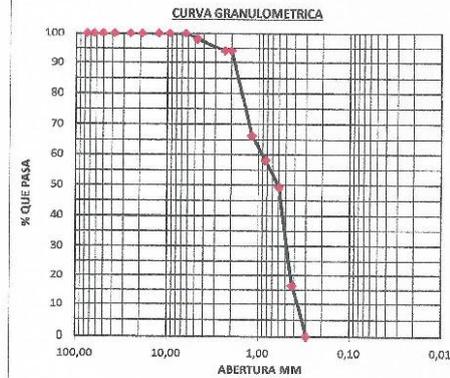
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
 P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
 P_w = Peso del Agua , en g P₀ = P₂ - P₃
 P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
 W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Tamiz, p/g	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,500				
3/8"	9,500				
1/4"	6,350				
Nº 4	4,750	18,25	1,9%	1,9%	98,1%
Nº 8	2,360				
Nº 10	2,000	36,96	3,9%	5,9%	94,1%
Nº 16	1,190				
Nº 20	0,840	154,63	16,4%	22,2%	77,8%
Nº 30	0,595	108,74	11,5%	33,8%	66,2%
Nº 40	0,425	77,14	8,2%	41,9%	58,1%
Nº 60	0,297	62,36	6,7%	50,7%	49,3%
Nº 100	0,160	131,25	13,9%	64,6%	35,4%
Nº 200	0,075	181,25	19,2%	83,8%	16,2%
Pasa 200		153,00	16,2%	100,0%	0,0%
Total					



RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	1,93%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	81,85%
Índice Plástico	-	%	Finos	16,21%

CLASIFICACION

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-2-4
U.S.C	SM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 CIP 125473 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
<small>ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318</small>	
Proyecto:	INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
Testista:	MISELI KIREI PAZ VALERIO
Ubicación:	AVENIDA CAMINO REAL
Calicata:	C-01
	Fecha: JUNIO DEL 2023
Muestra:	PATRON+5% DE CENIZA (2.5 % CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR + Profundidad muestra (m): 2.5% CENIZA DE HOJA DE PLATANO)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	A	B	C
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁	NL		
P ₂			
P _w			
P _s			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁	NP		
P ₂			
P _w			
P _s			
W%			

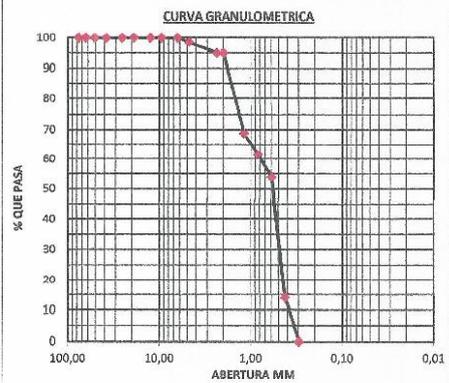
P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

P_w = P₁ - P₂
P_s = P₂ - P₃
w = (P_w / P_s) x 100



GRADACIÓN

Peso inicial: 677,80 [gr]		Peso final: 677,80 [gr]	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten. / % Ret.Acum. / % Pasa
3"	76,20		
2 1/2"	63,500		
2"	50,800		
1 1/2"	38,100		
1"	25,400		
3/4"	19,050		
1/2"	12,500		
3/8"	9,500		
1/4"	6,350		
Nº 4	4,750	12,53	1,4% / 1,4% / 98,6%
Nº 8	2,380		
Nº 10	2,000	32,15	3,7% / 5,1% / 94,9%
Nº 16	1,180		
Nº 20	0,840	198,58	15,6% / 20,6% / 79,4%
Nº 30	0,595	93,45	10,6% / 31,3% / 68,7%
Nº 40	0,425	62,58	7,1% / 38,4% / 61,6%
Nº 50	0,297	67,49	7,7% / 46,1% / 53,9%
Nº 100	0,106	105,21	12,0% / 58,1% / 41,9%
Nº 200	0,075	243,56	27,7% / 85,8% / 14,2%
Pasa 200		124,25	14,2% / 100,0% / 0,0%
Total			



RESULTADOS				
Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	1,43%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	84,42%
Índice Plástico	-	%	Finos	14,15%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 4
U.S.C	SM

Ing. Wilber J. Zelaya Santos
 CIP. 188.773 - CONSULTOR C-1277796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318	
Proyecto:	INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y HOJA DE PLÁTANO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
Tesista :	MISELI KIREI PAZ VALERIO
Ubicacion:	AVENIDA CAMINO REAL
Calicata:	C-02
Muestra:	M-2
Fecha :	JUNIO DEL 2023
Profundidad muestra (m):	1.00 - 1.50

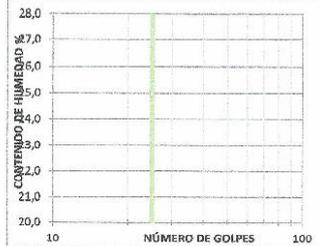
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	A	B	C
Número de Golpes	18	24	38
Recipiente No.	1	2	3
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁			138,5
P ₂			115,0
P ₃			12,6
P _w			23,5
P _s			102,4
W%			22,9

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

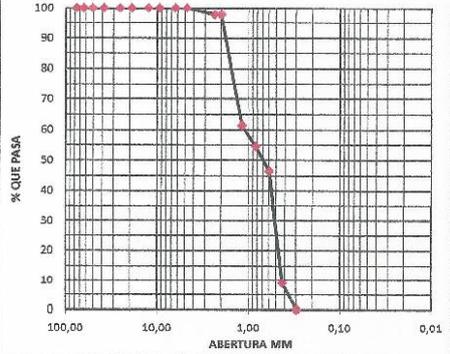
$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRADACIÓN

Peso inicial:	392,80	[gr]	Peso final:	392,80	[gr]
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% RetAcum	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,500				
3/8"	9,500				
1/4"	6,350				
Nº 4	4,750				
Nº 8	2,380				
Nº 10	2,000	8,62	2,2%	2,2%	97,8%
Nº 16	1,190				
Nº 20	0,840	96,70	24,8%	26,8%	73,2%
Nº 30	0,595	46,53	11,8%	38,7%	61,3%
Nº 40	0,425	28,88	6,8%	45,5%	54,5%
Nº 50	0,297	31,94	8,1%	53,6%	46,4%
Nº 100	0,106	25,61	6,5%	60,1%	39,9%
Nº 200	0,075	121,36	30,9%	91,0%	9,0%
Pasa 200		35,26	9,0%	100,0%	0,0%
Total					

CURVA GRANULOMETRICA



RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	0,00%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	91,02%
Índice Plástico	-	%	Finos	8,98%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A-3
U.S.C.	SP-SM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Celaya Santos
CIP. 195273 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
<small>ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318</small>	
Proyecto:	INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y HOJA DE PLÁTANO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
Tesista :	MISELI KIREI PAZ VALERIO
Ubicación:	AVENIDA CAMINO REAL
Calicata:	C-02
Muestra:	M-1
	Fecha : JUNIO DEL 2023
	Profundidad muestra (m): 0,40 - 1,00

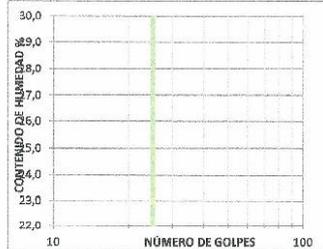
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	A	B	C
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁			136,3
P ₂			123,4
P ₃			19,0
P _w			12,89
P _s			110,3
W%			11,7

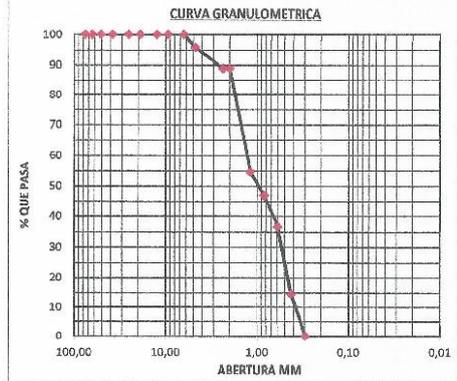
P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRADACIÓN

Peso inicial:		637,30	[gr]	Peso final:		637,30	[gr]
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa		
3"	76,20						
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,500						
3/8"	9,500						
1/4"	6,350						
Nº 4	4,750	26,26	4,1%	4,1%	95,9%		
Nº 8	2,360						
Nº 10	2,000	45,21	7,1%	11,2%	88,8%		
Nº 15	1,190						
Nº 20	0,840	137,62	21,6%	32,8%	67,2%		
Nº 30	0,595	79,68	12,5%	45,3%	54,7%		
Nº 40	0,425	49,92	7,8%	53,1%	46,9%		
Nº 50	0,297	65,14	10,2%	63,4%	36,6%		
Nº 100	0,106	56,07	8,8%	72,0%	28,0%		
Nº 200	0,075	86,25	13,5%	85,5%	14,5%		
Pasa 200		92,15	14,5%	100,0%	0,0%		
Total							



RESULTADOS				
Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	4,12%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	81,42%
Índice Plástico	-	%	Finos	14,48%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - h
U.S.C	SM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. ~~_____~~ J. Zelaya Santos
CIP 15.773 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



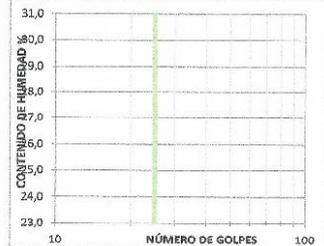
REGISTRO	
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN	
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN	
<small>ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318</small>	
Proyecto:	INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y HOJA DE PLÁTANO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023
Tesista :	MISELI KIREI PAZ VALERIO
Ubicación:	AVENIDA CAMINO REAL
Calicata:	C-01
Muestra:	M-2
Fecha :	JUNIO DEL 2023
Profundidad muestra (m):	1.00 - 1.50

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	A	B	C
Número de Golpes	15	26	36
Recipiente No.	1	2	3
P ₁			
P ₂			
P ₃			
P _w			
P _s			
W%			

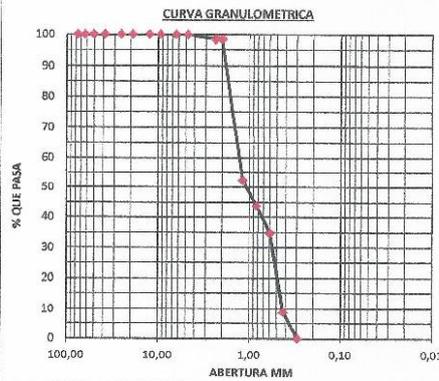
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P ₁			112,3
P ₂			96,0
P ₃			11,8
P _w			16,3
P _s			84,2
W%			19,4

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g P_w = P₁ - P₂
P_w = Peso del Agua, en g P_s = P₂ - P₃
P_s = Peso Suelo Seco, en g w = (P_w / P_s) x 100
W = Contenido de agua, en %



GRADACIÓN

Peso inicial:	636,50	[gr]	Peso final:	636,50	[gr]
Tamiz, pig	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76,20				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,500				
3/8"	9,500				
1/4"	6,350				
Nº 4	4,750				
Nº 8	2,360				
Nº 10	2,000	9,63	1,5%	1,5%	98,5%
Nº 16	1,190				
Nº 20	0,840	188,63	29,6%	31,1%	68,9%
Nº 30	0,596	105,63	16,6%	47,7%	52,3%
Nº 40	0,425	54,21	8,5%	56,3%	43,7%
Nº 50	0,297	56,89	8,9%	65,2%	34,8%
Nº 100	0,106	42,15	6,6%	71,8%	28,2%
Nº 200	0,075	123,36	19,4%	91,2%	8,8%
Pasa 200		56,00	8,8%	100,0%	0,0%
Total					



RESULTADOS				
Límite Líquido	N.L.	%	Gravas	0,00%
Límite Plástico	N.P.	%	Arenas	91,20%
Índice Plástico	-	%	Finos	8,80%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 2
A.A.S.H.T.O. A-1-b
U.S.C. SP-SM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilfredo J. Zelaya Santos
CIP: 195375 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

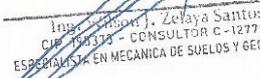
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo

Ensayo Quimico

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilze J. Zelaya Santos
CIB 150310 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilce822@hotmail.com

TESIS INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR Y HOJA DE PLATANO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023

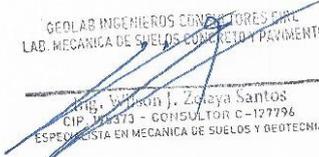
UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH

TESISTA MISELI KIREI PAZ VALERIO

FECHA JUNIO DEL 2023

ANALISIS QUIMICO

N°	ANALISIS QUIMICO	VALORES MAXIMOS ADMISIBLES	RESULTADOS (%)		
			C-02	C-02	PROMEDIO
	MUESTRA		M -1	M - 2	
1	Sales Delocuescentes o Cloruros	0,15%	0,14%	0,13%	0,14
2	Sulfatos Solubles (SO4)	0,10%	0,11%	0,12%	0,115
3	Sales Solubles Totales	0,04%	0,05%	0,07%	0,06%
4	Sólidos en suspensión	1000			
5	Materia Orgánica expresado en Oxígeno	10			
6	Sales Solubles de Magnesio	150			
7	Límite de Turbidez	2000			
8	Dureza	> 5			
9	Potencial de Hidrógeno (PH)	> 7	7	6,8	6,9


 GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 Ing. Wilce J. Zoraya Santos
 DIP. 123473 - CONSULTOR C-127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

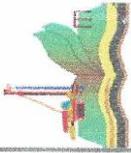


Anexo

Ensayo Resumen de Ensayos de Laboratorio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilzeon J. Zelaya Santos
CIP 156373 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Paogay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 21604190649
 Teléfono: 954877150 - 94541714 e-mail: WZ.es32@hotmail.com

TECNOLOGÍA INFLUENCIA DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y HOJA DE PLÁTANO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA CAMINO REAL, CHIMBOTE 2023

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGIÓN ANCASH
TESISTA MISELI KARUPAZ VALERIO
FECHA JUNIO DEL 2023

Ensayos de Laboratorio RESUMEN DE RESULTADOS

Calicata N° Muestra espesor de estado	Unidad	C-01		C-02		C-02	
		MF-1	MF-2	MF-1	MF-2	MF-1	MF-2
D - 423	Límite Líquido (%)	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.
D - 424	Límite Plástico (%)	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico (%)	-	-	-	-	-	-
D - 2467	Clasificación SUCS	SM	SP-SM	SM	SP-SM	SM	SP-SM
	Clasificación AASHITO	A - 2 - 4	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 1 - b	A - 3
	% de Gravas (%)	0,08	0,00	4,42	0,00	4,42	0,00
	% de Arenas (%)	87,08	91,20	81,42	91,02	81,42	91,02
	Permeante N° 200 (%)	12,04	8,90	14,46	8,08	14,46	8,08
	Contenido de Humedad (%)	10,82	19,38	11,68	22,93	11,68	22,93

NORMA ASTM

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

(Firma)
 CIP 19373 - CONSULTOR C-127794
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo

Panel Fotografico

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Wilze J. Zelaya Santos
CIP: 203973 CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.F. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wllz6822@hotmail.com

PANEL FOTOGRAFICO

EXCAVACION DE CALICATA N° 02



FOTOS N° 04, 05 y 06: Excavación manual de Calicata N° 02



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

[Signature]
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 143373 - CONSULTOR C-127798
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Anexo

Plano de Ubicacion de Calicatas

~~GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Ing. Wilzeo J. Zelaya Santos
CIP. 159379 - CONSULTOR C-127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA~~

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Lt. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640
E-mail: wilze822@hotmail.com.
E-mail: wilze822@outlook.com.

ANEXO 4: PANEL FOTOGRAFICO

Figura: Recolección de hoja de plátano



Fuente: Elaboración propia

Figura: Recolección de hoja de plátano



Fuente: Elaboración propia

Figura: *Recolección de bagazo de caña de azúcar*



Figura: *Secado de bagazo de caña de azúcar y hoja de plátano*



Figura: Secado de bagazo de caña de azúcar



Figura: Desinfección de restos del horno casero



Figura: Vaciado de hojas de plátano en el horno



Figura: Quemado de hojas de plátano



Figura: Activación de cenizas



Figura: pesado de cenizas de hoja de plátano



Figura: Pesado de bagazo de caña de azúcar



Figura: Retiro de cenizas del horno



Figura: Ubicación de calicatas



Figura: Excavación de calicatas



Figura: calicata



Figura: Calicata



Figura: Ensayo de granulometría

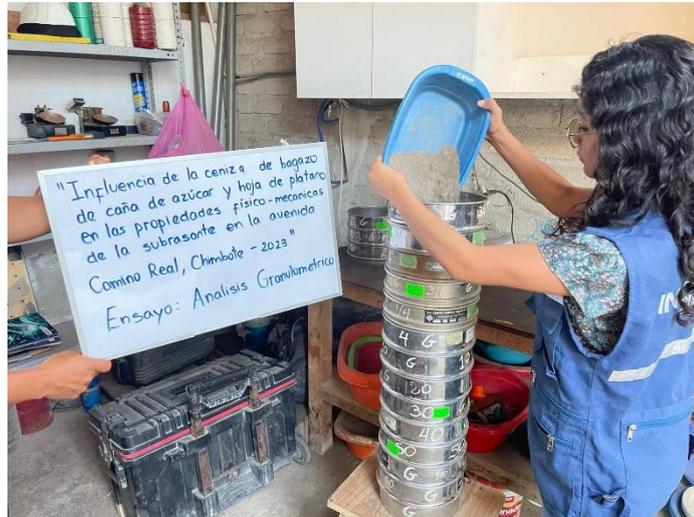


Figura: Mezclado de CBCA y HDP



Figura: saturación de muestras en moldes para CBR



Figura: Ensayo de CBR

