



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Influencia de cenizas de cáscara trigo y cebada en subrasante
de la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Malqui Liñan, Eduardo Felician (orcid.org/0000-0001-5937-5219)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mi madre; quién es mi mayor orgullo. Su apoyo moral no me dejó rendir, ella siempre aconsejándome para cumplir mis metas y sosteniéndome en los peores momentos de mi vida.

Del mismo modo se lo dedico a mi pequeño hijo Gael, el ser más valioso que tengo; mi inspiración y mi motor para superarme en la vida.

Agradecimiento

A Dios por brindarme vida y buena salud para poder continuar mis estudios porque nunca es tarde para hacer los sueños realidad. A mi madre Aida Liñan por confiar en mí y apoyarme durante todo este proceso de estudio. A mi compañera de vida Elizabeth quien a pesar de los momentos difíciles que nos tocó vivir estuvo a mi lado y me apoyó incondicionalmente. A mi asesor, Dr. Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana por el estupendo asesoramiento y predisposición al compartir sus conocimientos y a la vez agradecer por la paciencia que demostró hacia mi persona durante la realización de mi proyecto. A mi amigo y compañero Juan Ayaipoma por su ayuda y paciencia, siempre estuvo presente para ayudarme a resolver mis dudas.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de cenizas de cáscara trigo y cebada en subrasante de la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021", cuyo autor es MALQUI LIÑAN EDUARDO FELICIAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 20 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4138-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 21- 12-2021 00:03:40

Código documento Trilce: TRI - 0237780



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MALQUI LIÑAN EDUARDO FELICIAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de cenizas de cáscara trigo y cebada en subrasante de la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021", 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
EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN DNI: 42058563 ORCID: (0000-0001-5937-5219)	Firmado electrónicamente por: EMALQUIL el 20-12- 2021 21:26:40

Código documento Trilce: TRI - 0237781



Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de gráficos y figuras.....	ix
Resumen	xi
Abstract	xii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Tipo y diseño de Investigación	27
3.2 Variables y operacionalización	28
3.3 Población, muestra y muestreo	29
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5 Procedimientos.....	32
3.6 Método de análisis de datos.....	38
3.7 Aspectos éticos	39
IV. RESULTADOS.....	40
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS	82
ANEXOS.....	87

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades Físicas y Químicas del grano de trigo.....	13
Tabla 2. Propiedades químicas de la ceniza de cáscara de trigo.....	14
Tabla 3. Propiedades físicas de la ceniza de cáscara de trigo	15
Tabla 4. Clasificación de suelos según el tamaño de las partículas.....	19
Tabla 5. Clasificación de suelos según índice de plasticidad	20
Tabla 6. Relación entre el índice de fluidez y la consistencia	21
Tabla 7. Parámetros de CBR para las categorías de subrasante.....	21
Tabla 8. Correlación de tipos de suelos AASHTO – SUCS	22
Tabla 9. Ubicación de las calicatas	45
Tabla 10. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra C – 01	46
Tabla 11. Resultado de la Clasificación de Suelo C-1.....	47
Tabla 12. Resultado de límites de Atterberg de C – 01.....	48
Tabla 13. Resultado del Proctor Modificado de C – 01 + % de CCC	49
Tabla 14. Resultados del Proctor Modificado de C – 01 + % de CCT	50
Tabla 15. Resultado del ensayo CBR en estado natural de la muestra C – 01	52
Tabla 16. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 3% de CCC	54
Tabla 17. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 3% de CCT	55
Tabla 18. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 6% de CCC	56
Tabla 19. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 6% de CCT	57
Tabla 20. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 9% de CCC.....	59
Tabla 21. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 9% de CCT	60
Tabla 22. Resultado del ensayo CBR de la C – 03 + 12% de CCC	61
Tabla 23. Resultado del ensayo CBR de la C – 03 + 12% de CCT	62
Tabla 24. Resultado del ensayo CBR de la C – 03 + 15% de CCC	63
Tabla 25. Resultado del ensayo CBR de la C – 03 + 15% de CCT	64
Tabla 26. Resumen de los resultados CBR + % de adición de CCC	65
Tabla 27. Resumen de los resultados CBR + % de adición de CCT	66
Tabla 28. Resumen de los resultados de MDS y OCH c/s adición de CCC.....	67
Tabla 29. Resumen de los resultados de MDS y OCH c/s adición de CCT	68
Tabla 30. Resumen de los resultados CBR c/s adición de % de CCC.....	69

Tabla 31. Contrastación de la hipótesis proctor modificado.....	70
Tabla 32. Contrastación de la hipótesis CBR	70
Tabla 33. Comparación con Cajaleón y Mondragón (Plasticidad)	72
Tabla 34. Resultados de Proctor Modificado (Cañar).....	73
Tabla 35. Resultados de Proctor Modificado (Tesista).....	74
Tabla 36. Resultados CBR (Cañar).....	75
Tabla 37. Resultados CBR (Tesista).....	76

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Estructura del grano de trigo	14
Figura 2. Composición química de la cebada comparada con otros cereales.....	17
Figura 3. Ubicación de la subrasante en pavimento.	18
Figura 4. Límites de Atterberg	20
Figura 5. Transmisión de cargas en capas inferiores.	22
Figura 6. Tipos de pavimento	23
Figura 7. Molde cilíndrico de 4 pulgadas	25
Figura 8. Procedimiento de recolección de materiales	32
Figura 9. Materiales para ensayo de granulometría.....	33
Figura 10. Cuchara de Casa Grande.....	34
Figura 11. Clasificación de suelos según SUCS.....	35
Figura 12. Equipo de Proctor Modificado.....	36
Figura 13. Equipos para ensayo CBR	37
Figura 14. Ubicación del distrito de San Juan de Lurigancho	42
Figura 15. Ubicación de la zona de estudio.....	42
Figura 16. Excavación de calicatas in situ: C – 01 y C – 02.....	43
Figura 17. Excavación de calicatas in situ: C – 03 y C – 04.....	44
Figura 18. Cuadro de cantidad de calicatas.....	44
Figura 19. Ensayo granulométrico	46
Figura 20. Curva granulométrica	47
Figura 21. Diagrama de la relación MDS–OCH de la muestra C–01 suelo natural	50
Figura 22. Ensayo CBR.....	52
Figura 23. Resultados del CBR al 100% y 95% del suelo natural.....	53
Figura 24. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C–01 en estado de suelo natural	53
Figura 25. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 3% de CCC.....	54
Figura 26. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 3% de CCT	55
Figura 27. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 3% CCC y 3% CCT....	56
Figura 28. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 6% de CCC.....	57
Figura 29. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 6% de CCT	58
Figura 30. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 6% CCC y 6% CCT....	58
Figura 31. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 9% de CCC.....	59
Figura 32. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 9% de CCT	60
Figura 33. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 9% CCC y 9% CCT....	61
Figura 34. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 03 + 12% de CCC.....	62
Figura 35. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 12% CCC y 12% CCT	63

Figura 36. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 15% CCC y 15% CCT	64
Figura 37. Gráfico de resumen de MDS y OCH c/s adición de CCC.....	68
Figura 38. Gráfico de resumen de MDS y OCH c/s adición de CCT	69
Figura 39. Gráfico de Comparación con Cajaleón y Mondragón.....	73
Figura 40. Gráfico de comparación con Cañar (Proctor Modificado).....	75
Figura 41. Gráficos de comparación con Cañar (CBR)	77

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de cenizas de cáscara de trigo y cebada en la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021”, en el cual se propone adicionar ceniza de cáscara de trigo (CCT) y ceniza de cáscara de cebada (CCC) en porcentajes de 3%, 6%, 9% y 15% como método estabilizador con el fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de manera tal que este cumpla con los requisitos indicados para ser utilizado como subrasante para pavimento flexible.

Se trabajó con la metodología de tipo aplicada, de diseño experimental, de nivel descriptivo-explicativo y enfoque cuantitativo. El tramo de estudio fue desde la cuadra 5 a la cuadra 15 de la Av. Canto Grande de las cuales se tomaron las 4 calicatas para posteriormente llevar a cabo los ensayos correspondientes según la NTP y MTC. Los resultados obtenidos del ensayo CBR fueron desfavorables ya que disminuyeron de 19.6% que es el valor del suelo natural a 17.3% con la última adición del 15% de cenizas de cáscara de trigo.

Palabras clave: Estabilización, suelos, cbr, subrasante, ceniza de cáscara de trigo.

Abstract

The general objective of this research work was to determine the influence of wheat and barley shell ash in the subgrade of the pavement on Av. Canto Grande, district of S.J.L., Lima-2021", in which it is proposed to add shell ash of wheat (CCT) and barley husk ash (CCC) in percentages of 3%, 6%, 9% and 15% as a stabilizing method in order to improve the physical and mechanical properties of the soil in such a way that it meets the indicated requirements to be used as a subgrade for flexible pavement. We worked with the applied type methodology, experimental design, descriptive-explanatory level and quantitative approach. The study section was from block 5 to block 15 of Av. Canto Grande, from which the 4 test pits were taken to later carry out the corresponding tests according to the NTP and MTC. The results obtained from the CBR test were unfavorable since they decreased from 19.6%, which is the value of the natural soil, to 17.3% with the last addition of 15% wheat husk ash.

Keywords: Stabilization, soils, cbr, subgrade, wheat husk ash.

I. INTRODUCCIÓN

Existe un gran interés internacional en el estudio de las características de los diferentes tipos de suelos y su comportamiento en edificaciones y vías. Se encuentran diferentes técnicas que proponen incrementar en cuanto a su resistencia mecánica aplicando diferentes componentes químicos, orgánicos, biológicos, y otros materiales sintéticos, a fin de minimizar el movimiento de tierras de los proyectos, evitar la generación gastos mayores, como también evitar el daño al medio ambiente (Quispe y Sañac, 2019). En la ciudad de Bogotá, la falta de estudios del suelo genera una problemática en los diferentes tipos de obras viales, ya que estos estudios deben garantizar resistencia, y durabilidad. Es por ello que la ejecución de la mayoría de proyectos viales por falta de un buen estudio del suelo tiene fallas a corto tiempo, por lo que resulta necesario mejorar sus propiedades mecánicas con la incorporación de aditivos (Parra, 2018). La ingeniería y construcción se centra en la optimización de recursos, proponiendo los más disponibles localmente y de menor costo. Estos elementos son clasificados como derivados puzolánicos convertidos a ceniza, y también los aglutinantes como la cal, cemento, etc., e inerte (polvo de cantera, arena, polvo de cerámica, etc.) los cuales se incorporan al suelo de forma individual o combinada (Akshaya Kumar Sabat, 2014). La ceniza se ha considerado un residuo tradicionalmente, pero se puede emplear en diferentes productos químicos, asimismo como reposición parcial de cemento. Como producto agrícola, la cáscara de trigo contiene cantidades considerables de SiO_2 . Cuando la cáscara de trigo es quemada siguiendo procesos controlados, se puede obtener sílice amorfa que tiene un alto valor en el mercado. Cuando se realiza la quema brindar favorables cantidades de óxido de silicio - SiO_2 que tiene un carácter puzolánico (Hasan Baricik et al. 1999). En los proyectos viales a nivel nacional, algunas obras se ejecutan en zonas con poca resistencia de CBR, lo que ocasiona un problema, es por ello propone un adecuado estudio inicial de la resistencia mecánica del suelo, o también proponer un mejoramiento o sustitución parcial (Ramos y Seminario, 2019). Es por ello la importancia de determinar a tiempo el estado en que se encuentran los pavimentos para realizar las mejoras correspondientes y así brindar mayor duración en el tiempo. Así mismo, en San Juan de Lurigancho, que viene ser una de las ciudades con mayor tránsito vehicular, presentan problemas primeramente por no existir un sistema integrado de transporte, y como también un mal estudio, calculo, y ejecución de proyectos

viales vehículos, lo que ocasiona el deterioro de las vías. Una de las vías más afectadas es la subrasante de la avenida Canto grande que presenta fallas en la carpeta asfáltica, esto es debido a una posible baja de su capacidad de soporte, para lo cual se debe investigar a fin de realizar un mejoramiento, de lo contrario, se reduciría la vida útil de la vía. Este estudio propone el uso de aditivos como las cenizas de cáscara de trigo y cebada los cuales son materiales reciclables, los cuales determinaran si son favorables para su incorporación a la subrasante, asimismo se busca contribuir con el medio ambiente. Por tal razón esta investigación ha planteado el siguiente problema general: ¿Qué efecto tienen las cenizas de cáscara de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento flexible de la av. Canto grande, SJL - 2021?. Asimismo, los problemas específicos: Problema específico 1, ¿De qué manera afecta las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la plasticidad de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021?. Problema específico 2, ¿Qué efecto tienen las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la compactación de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021?. Problema específico 3, ¿Qué efecto tienen las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la resistencia de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021?. Problema específico 4, ¿Cómo afecta la dosificación de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto Grande, SJL - 2021?.

Respecto a la justificación de la investigación, pretende determinar si existe un incremento en la resistencia de la subrasante. La justificación teórica, recurrió a estudios científicos y diferentes procedimientos concernientes a aditivos estabilizadores de suelos, lo que permitirá determinar sus propiedades mecánicas. Según la justificación metodológica, se apoyó en el análisis experimental sobre la resistencia de suelos de la subrasante de pavimentos y de qué manera fueron dimensionadas. De acuerdo a la justificación práctica, se efectuará trabajos de campo, recopilando la información según las normativas, donde las muestras serán llevados al laboratorio con de la adición de cenizas de trigo y cebada como agregados alternativos. En términos de justificación social a través del mejoramiento de la subrasante de las obras viales se pretende beneficiar a la zona

de estudio y a la comunidad en general. Respecto a la justificación medio ambiental, se plantea fomentar una cultura de reutilización con el uso de las cenizas de trigo y cebada.

Referente a ello, el objetivo general: Determinar los efectos de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021; Asimismo los Objetivos específicos: Determinar los efectos de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la plasticidad de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto Grande, SJL - 2021. Determinar la influencia que tienen las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la compactación de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021. Determinar los efectos de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la resistencia en la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021. Determinar la influencia en la dosificación de las cenizas de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto Grande, SJL - 2021.

De acuerdo a la hipótesis general: Las cenizas de cáscara de trigo y cebada influyen en las propiedades de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021; en tanto a nuestras hipótesis específicas: Las cenizas de cáscara de trigo y cebada afectan la plasticidad de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto Grande, SJL - 2021. Las cenizas de cáscara de trigo y cebada alteran la compactación de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021. Las cenizas de cáscara de trigo y cebada afectan la resistencia de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto grande, SJL - 2021. La dosificación de las cenizas de cáscara de trigo y cebada afectan las propiedades de la subrasante del pavimento flexible en la av. Canto Grande, SJL - 2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, para (Cobos, Ortegón y Peralta, 2019) en la evaluación que realiza sobre el análisis geotécnico de suelos de origen volcánico mediante la estabilización con ceniza proveniente cáscara de coco y cisco de café, el método de aplicación estuvo basada a la normativa del INVIAS 2013, asimismo, el contenido orgánico fue determinado con los ensayos que se hicieron en laboratorio, del mismo modo los límites de Atterberg, CBR de los suelos compactados. Según los resultados de acuerdo a los porcentajes de dosificación de CCO fueron los siguientes: Al adicionarle 5% de CCO tuvo un OCH de 38.14%, obtuvo una MDS de 1.03 gr/cm³ y su CBR 70.22%; al agregarle 10% de CCO tuvo un OCH de 51.17%, una MDS de 0.99 gr/cm³ y un CBR 85.32% y al agregarle el 15% tuvo un OCH de 42.10%, una MDS de 0.99 gr/cm³ y un CBR 101.55% y para la adición de CCF: 5% tuvo un OCH de 37.28%, una MDS 1.06 gr/cm³ y un CBR 68.66%; al adicionarle 10% de CCF tuvo un OCH de 52.19%, la MDS fue 1.02 gr/cm³ y un CBR 84.22% y al adicionarle 15% de CCF tuvo un OCH 44.51%, la MDS fue 0.99 gr/cm³ y un CBR 99.15%. Su investigación concluye que con los materiales referidos trabajan como material conglomerante lo cual favorece en las propiedades de un suelo, en las muestras tomadas, con la incorporación de un 15% de biomasa logra porcentajes de compactado promedio al 100%.

Para (Cañar, 2017), tuvo como objetivo determinar la resistencia y las propiedades mecánicas de estabilización al cizallamiento con el análisis de suelos arenosos y arcillosos, incorporando cenizas de carbón. La técnica que empleó fue de tipo descriptivo, explicativo y experimental. Realizó tres ensayos de acuerdo a porcentajes de adición CC al tipo de suelo arena limosa (SM) fueron: Al adicionarle 20% de CC tuvo un OCH de 15%, obtuvo una MDS de 1.565 gr/cm³ y un CBR 18.80%. Al adicionarle 23% de CC su OCH fue 16.30%, la MDS fue 1.550gr/cm³, y su CBR 19.10%, y al adicionarle 25% su OCH fue 16.20%, la MDS fue 1.555gr/cm³ y su CBR 19%. Los resultados de acuerdo a los porcentajes de adición de CC al tipo de suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) fueron: al adicionarle 20% de CC tuvo un OCH de 29.10%, MDS 1.310 gr/cm³ y un CBR 10.20%; al adicionarle 23% de CC su OCH fue 29.60%, MDS 1.320 gr/cm³, y un CBR 10.20% y al agregarle el 25% de CC tuvo un OCH de 30.40%, una MDS que alcanzó 1.315 gr/cm³, y el CBR llegó al 11.20%. Las pruebas concluyeron que para suelos con arena fina resulta

optima la adición de CC, el cual forma una masa consistente, aumenta la compactación y mejora su CBR.

Para (Clavería, Triana y Varon, 2018), tuvo como propósito determinar el comportamiento de suelo volcánico con el uso de cenizas de cascarilla de arroz y bagazo de caña como aditivos de fondo, el método de estudio fue aplicativo con diseño experimental, de nivel descriptivo. Sus pruebas resultaron con la adición en porcentajes del material seleccionado, en la dosificación de 5% alcanzó un OCH 38.69%, MDS 1.11 gr/cm³ y un CBR 60.78%; con la adición de 10% de CBCA tuvo un OCH 54%, MDS 0.68 gr/cm³ y un CBR 76% y con la adición de 15% de CBCA su OCH fue 47.61%, MDS 0.96 gr/cm³, y un CBR 95.20% y al adicionarle CCA en las diferentes dosificaciones: 5% tuvo un OCH 44.77%, MDS 1.08 gr/cm³ y un CBR 88.50%; con la adición de 10% tuvo un OCH 43.00 gr/cm³, MDS 1.07% y un CBR 103.86% y con la adición del 15% tuvo un OCH 44.50%, MDS 0.98 gr/cm³ y un CBR 95.98%. Llegando a concluir que la CBCA y la CCA producen un resultado cementante en la subrasante ya que las propiedades puzolánicas alcanzadas evidenciaron aumento en la resistencia del suelo.

A nivel nacional, para (Cajaleon y Mondragon, 2018), cuya investigación tuvo como objetivo evaluar la estabilización de los suelos arcillosos en la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018 adicionando cenizas de cáscara de arroz. Su metodología fue experimental. Según los resultados de acuerdo a las dosificaciones de adición de CCA fueron: al 10% tuvo un OCH de 9.4%, MDS 2.006 gr/cm³ y un CBR 8.5% y al agregarle el 15% tuvo un OCH de 9.4%, MDS 2.006 gr/cm³ y un CBR 10.3%. Además, se determinaron consistencia del suelo arcillosos con los ensayos obteniendo como LP 12%, LL 25% y un IP 13%. Los autores concluyen que con la incorporación de CCA se obtiene un suelo regular para subrasante.

Para (Díaz, 2018), cuya investigación determinó el efecto que tiene la ceniza de paja de trigo en la estabilización de pavimentos situados en el Caserío de Cascajal Izquierdo, Distrito Chimbote, Ancash, 2018. Utilizó una metodología no experimental aplicada correlacional. Los resultados alcanzados con el material referido respecto a la muestra de la calicata 3 son: al incorporar el 25% de CPT el

OCH fue 12.50%, la MDS fue de 1.952 gr/cm³, y su valor CBR 20%; al incorporar el 35% de CPT el OCH alcanzó 12.50%, una MDS de 1.922 gr/cm³, y su CBR 32% y al incorporar el 45% de CPT el OCH llegó a 12.00%, la MDS llegó a 1.942 gr/cm³ y su CBR 21.85%. De acuerdo a los resultados con el material citado tiene un alto contenido de sílice y que al incorporarlo a los suelos del Cascajal Izquierdo beneficia a las propiedades mecánicas, ya que obtuvo un valor máximo de 32% de CBR con la dosificación del 35% de CPT.

Para (Ormeño y Rivas, 2020), tiene como objetivo determinar el comportamiento de la cascarilla de arroz en las propiedades geotécnicas de la arcilla en el caserío Callampampa, destinado para carreteras sin pavimentar. Utilizó una metodología experimental aplicado y de nivel descriptivo. Los resultados con la dosificación del 10% de CCA, alcanzaron 15.80% de OCH, una MDS de 1.671 gr/cm³, y su CBR 15.40%. Usando la dosificación del 15% de CCA el OCH fue 17.50%, la MDS fue 1.608 gr/cm³ y su CBR 18.90%. Al 20% de CCA el OCH fue 19.10%, la MDS llegó a 1.550 gr/cm³, y el CBR alcanzó 20.70%, y con la dosificación del 25% de CCA, llegó a obtener un 19% de OCH, MDS 1.508 gr/cm³, y un CBR 23.70%. Concluyendo que, incorporando un 25% del material referido resulta conveniente para el CBR pudiendo llegar a un 23,70%.

Para (Apolinarez, 2018), el objetivo de su investigación consistió en la evaluación de la estabilización de la subrasante con ceniza vegetal en la Av. Huarancayo, Jauja. La investigación es de tipo aplicada, de escala explicativa y diseño experimental, según la finalidad y énfasis es cuantitativa. Los resultados de acuerdo a la composición química del material logra favorecer y dar estabilidad al suelo de la subrasante, el cual comprende al óxido de silicio con un 26.30%, el óxido de calcio con 29.50%, el óxido de aluminio con 17.00%, el óxido de magnesio con 4.50%, y el óxido de potasio con 4.90%; la dosificación se realizó en porcentajes, resultando para la muestra número 1 con la incorporación de 15% alcanza un MDS 1.875gr/cm³, OCH 12.02% y CBR 23.40%; al adicionarle 25% de ceniza vegetal tiene MDS 1.734gr/cm³, OCH 12.71% y su CBR 23.90%, y con la adición de 35% de ceniza vegetal tiene como MDS 1.698gr/cm³, OCH 13.1% y su CBR 24.70%. y en la muestra 2 al adicionarle 15% de ceniza vegetal tiene un OCH 11.92%, MDS

1.879gr/cm³ y su CBR fue 21.90%; al 25% tiene un OCH 14.11%, MDS 1.833gr/cm³ y un CBR 23.40% y al adicionarle 35% de ceniza vegetal tiene un OCH 16.8%, MDS 1.805gr/cm³ y el CBR 23.70%. Por lo que se concluyó que usando una dosificación del 35% del material seleccionado logró estabilizar la subrasante de la Av. Huarancayo, considerando para la muestra 01 un suelo arenoso y grava, y para la muestra 02 es suelo arenoso, en ambos el CBR resulta mayor, por lo que se puede lograr hasta un 20%.

En otros idiomas tenemos, para (Himanshu, 2017), tiene como objetivo determinar las propiedades Geotécnicas del suelo natural, PP, WH individualmente para la subrasante. Se empleó una metodología experimental, según los parámetros del código IS. En las pruebas de CBR sin la aplicación de CL suelo tratado con diferente porcentaje de WHA, y de los resultados alcanzan un aumento en el porcentaje de residuos de cenizas, el CBR sin remojo del suelo aumenta de 7.04 a 17.33. Cuando el porcentaje de WHA se incrementa de 0 al 20 % es positivo, también existe una disminución en el CBR de 17.33 al 11.91% en el CBR, cuando los residuos del WHA se incrementan del 20 % al 30 % y también el valor para máximo del WHA es del 7,95 %. En las pruebas de CBR empapado en Suelo CL tratado de WHA, se aprecia el aumento en el porcentaje de residuos de cenizas, el CBR empapado aumenta de 4.21 a 9.21%, cuando el WHA se incrementa del 0 al 20 % es efectivo, también hay un decrecimiento en el CBR del suelo del 9,21 al 5,78 % cuando los residuos del WHA se elevan del 0 % al 30 % el valor para el 100 % del WHA es del 5,41 %. En los ensayos de Presión de Inflado en suelo CL tratado se evidencia que con el aumento gradual de los porcentajes de residuos de cenizas, la Presión de Inflado del suelo decae de 2.15 a 0.67, cuando el WHA se incrementa de 0 a 20% es efectivo, también hay un aumento en la presión de hinchamiento del suelo de 0,67 a 1,42 cuando el WHA de desperdicios se incrementa del 20% al 30%, y también el valor para 100% WHA es 1,95. En ese sentido, se puede concluir que cuanto sea mayor el porcentaje de WHA (ceniza de cáscara de trigo), el CBR decrece negativamente para la subrasante.

Para (Mamuye y Geremew, 2018), su propósito es lograr el mejoramiento de la resistencia de suelos expansivos en la subrasante con el uso de ceniza de

cascarilla de café. La metodología recolecta información de fuentes primarias a través de ensayos de laboratorio y las secundarias son los materiales usados y fuentes literarias. Los ensayos de Proctor estándar se usaron para suelos expansivos en diferentes porcentajes de CHA. Se observó que los valores para las densidades secas aumentaron con la adición de CHA desde 1,26 g/cm³ hasta 1,41 g/cm³ logrando en la mezcla de 25% CHA. Se encontró que la OMC decrece de 35,8% al 29,6%. La MDD para diferentes porcentajes de CHA aumentó del 1,59% al 11,9%. La densidad máxima seca en suelo natural es de 1,26 g/cm³, en el proceso de estabilización de suelo expansivo de algodón negro con la incorporación de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de CHA incrementó la densidad de 1,28 g/cm³, 1,31 g/cm³, 1,34 g/cm³, 1,36 g/cm³ y 1,41 g/cm³ respectivamente. El contenido de humedad óptimo para diferentes porcentajes de CHA disminuyó con el aumento de CHA del 4,3% al 17,09%. La OMC para suelos naturales fue 35,8; En el proceso de estabilización del suelo expansivo de algodón negro, la adición de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de CHA disminuyó el OMC a 34,25, 33,60, 32,65, 31,34 y 29,68 respectivamente. El CBR para el suelo natural resultó de mala calidad ya que alcanzó 1,5%. Con las dosificaciones planteadas de CHA aumentó el CBR en un 78%, 164%, 188%, 252% y 296%, respectivamente. Esto muestra que la resistencia del suelo de algodón negro logro aumentar con el porcentaje de CHA. Concluyendo que el suelo de la zona trabajada resultó negativo en sus propiedades de ingeniería para su inserción a la subrasante, por lo que se requiere un cambio o estabilización en las propiedades en su etapa inicial.

Para (Getachew, 2016), su objetivo es analizar el rendimiento de los estabilizadores seleccionados, y el uso de una técnica alternativa de estabilización del suelo con el uso de la ceniza de cáscara de trigo, y cal para determinar mejoras en la resistencia de suelo expansivo de la subrasante. La metodología empleada fue la revisión de la literatura sobre el comportamiento de los suelos expansivos, la problemática que tienen los tipos de suelo, observaciones de campo, recolección de especímenes para el análisis en el laboratorio. En los resultados, los valores de MDD decrecen cuando se incorporan mayores porcentajes de cal y ceniza de cáscara de trigo. El MDD disminuye de 1.227kg/m³ a 1.147kg/m³ cuando la cal y la ceniza de cascarilla de trigo tiene un incremento del 0 al 6%. El OMC aumenta de 33,43% a 39,77%

cuando la cal y las cenizas de cáscara de trigo se incrementa de 0 a 6%, el valor de CBR empapado aumenta para todas las mezclas de un valor de suelo natural de 3,25% a 13,86%, y de 3,25 a 21,35% con la incorporación de 6% de cal y 6% de ceniza de cáscara de trigo, respectivamente. Por lo que se concluye que el uso de cal y ceniza de cascarrilla de trigo como material estabilizador es una de las mejores alternativas de suelo expansivo que se encuentran en las obras viales. La WHA se puede usar como una alternativa o reemplazo gradual de cal para la estabilización del suelo expansivo, lo que favorece a tener un menor costo en la construcción en Etiopía.

Respecto a artículos científicos para (Barisic, Netinger, Doksanovic y Markovic, 2019) tiene como objetivo identificar aplicaciones potenciales de las cenizas de biomasa para promover la producción de energía sostenible a partir de sus fuentes conservando los recursos naturales y la producción de la cal, y determinar las propiedades de las cenizas de biomasa para comprender su posible aplicación en las obras viales. La metodología ensayada fue experimental. Mediante la incorporación de cal y cenizas de biomasa se logró una disminución del IP de 10.77%, 11.09%, 11.20% y 10.60%, de forma respectiva, en comparación con el IP del suelo puro de 12.5% asimismo, agregando cenizas volantes de paja de trigo da como resultado el OWC más alto (19.18%) y un MDD más bajo en comparación (1.66g/cm³) a suelo puro (13.30% y 1.80g/cm³) respectivamente. Por lo tanto, se propone el uso de la cebada para estabilizar el suelo en obras viales, y la cáscara de semilla de girasol y ceniza volante de trigo como elemento reemplazante de la cal.

Para (Kumar, Gaurav, Kishor y Suman, 2017), tuvo como propósito la estabilización de suelos con la evaluación de desperdicios de zonas rurales como el SCBA (cenizas de bolsas de caña de azúcar), RHA (ceniza de cáscara de arroz), CDA (estiércol de vaca). Los tesisistas aplicaron un método experimental. En cuanto a sus resultados indican que el CBR máximo sin remojar se alcanzó al 7.5% de ceniza dando, así como el valor máximo de CBR a 18.83% para RHA, 16.24% para SCBA y 13.67% para CDA; el CBR empapado máximo es de 7.68% para RHA, 5.88% para SCBA y 4.87% para CDA al 7.5% de cenizas; el CBR empapado de suelo no

estabilizado es 2.37% mientras que el CBR remojado óptimo para suelo estabilizado es 6.68% para RHA, 5.88% para SCBA y 5.92% para CDA. Se llegó a la conclusión de que el CDA (estiércol de vaca) no es un estabilizador, sin embargo, su uso mejora las propiedades del suelo, muy a lo contrario del RHA y SCBA en las cuáles se halló una propiedad cementosa que sirve como estabilizador de suelos.

Para (Ormeño, Rivas, Duran y Soto, 2020), el objetivo consistió en realizar la evaluación de la ceniza de cáscara de arroz para determinar en cuanto contribuye en la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos con baja resistencia. La metodología fue experimental y los instrumentos son de análisis granulométricos y Proctor modificado. Según los resultados el OMC fue incrementando de acuerdo al porcentaje de dosificación de RHA: 0%=10.60%, 10%=15.80%, 15%=17.50%, 20% 19.10% y 25%=19.80%. todo lo contrario, sucedió con el MDD el cual disminuye al añadirle un porcentaje más alto de RHA: 0%= 1.694, 10%= 1.671%, 15%=1.608, 20%1.550 y 25%=1.508% y mientras se agrega RHA en mayor cantidad el porcentaje de resistencia (CBR) aumenta: 0%=4.30%, 10%=15.40%, 15%=18.90%, 20%20.70% y 25%=23.70%. Llegaron a la conclusión que la CCA y la arcilla tienen una alta composición química puzolánica las cuales se pueden utilizar como estabilizadores de suelos.

En cuanto a las bases teóricas tenemos lo siguiente:

Variable Independiente: (El Trigo y cebada)

En comparación al arroz y el maíz, el trigo es uno de cereales más productivos a en el mundo. El trigo tiene una mazorca terminal que consta de granos ovalados con extremos redondeados que varían entre 1 m a 1.5 m. Este grano tiene diversos usos en el sector de producción, ya que se elaboran productos como el salvado de trigo, la harina integral, sémola, cerveza, galletas, etc., el trigo se clasifica de la siguiente manera:

Trigo blando (*Triticum club*); posee alto grado de almidón, siendo la más cultivada, en cambio es bajo en proteínas (7.5-10%), su presentación es en harina de color blanco, usado con frecuencia en la preparación de tortas, etc.

Trigo semiduro (*Triticum vulgare*); cuenta con baja cantidad de proteínas (12-13%), se utiliza para la elaboración del pan.

Trigo Duro (*Triticum durum*); cuenta con mayor cantidad de proteínas (13.5-15.0%), con la producción de harinas se preparan lo que son las pastas.

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas del grano de trigo.

PROPIEDADES FÍSICAS					
DIÁMETRO (mm)		POROSIDAD	FACTOR FORMA	TIPO DE LECHO	
3.92		0.4175	1.14	Normal	
PROPIEDADES QUÍMICAS					
DENSIDAD (Kg/m³)		HUMEDAD DEL GRANO FRESCO			
Absoluta	Aparente	Bajo	Bajo - Medio	Bajo - Alto	
1370	800	Hasta 14%	14 – 16%	Mayor a 16%	

Fuente: Adaptado de Martínez y Paredes (2013) p. 17

El grano de trigo, según su estructura se divide en tres partes:

Germen; constituye el elemento más pequeño de este tipo de grano, es el encargado de la reproducción (germinación) de la planta. Contiene una gran cantidad de vitaminas E, B, proteínas, y grasa insaturada.

Endospermo; es el segmento que protege en un 83% más de la mitad del grano, resulta relevante en la fabricación de harina por tener un alto contenido de almidón.

Salvado; es la cubierta exterior del grano de trigo, es la capa que protege al endospermo y el germen, de sustancias nocivas como insectos, cima, etc., tiene una composición enriquecida de fibra de 9-12%, y contiene en peso hasta 18% más de proteína en peso que la harina de trigo. Sin embargo, estas proteínas se desperdician en la dieta humana ya que están constituidos de polisacáridos de difícil digestión, lo que su extracción sea indispensable.

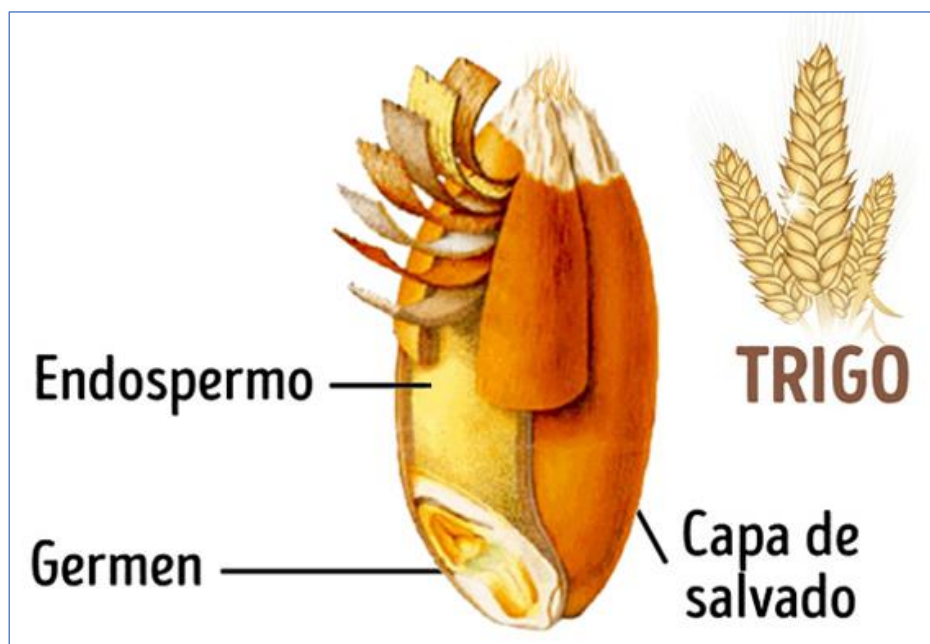


Figura 1. Estructura del grano de trigo

Fuente: Pandecalidad.com

La composición química de la ceniza de cáscara de trigo está aliñada de óxidos parecidos al cemento y otros materiales cementosos, lo que puede ser una alternativa en la sustitución del cemento, si es utilizado en dosificaciones adecuadas como material sustituto del cemento. (Amardeep B. Dehane et al, 2015).

Tabla 2. Propiedades químicas de la ceniza de cáscara de trigo.

Óxidos	Porcentaje
CaO	10.16
SiO ₂	50.7
Al ₂ O ₃	0.48
MgO	2.20
Álcalis (K ₂ O, Na ₂ O)	K ₂ O – 0.07
	Na ₂ O – 5.41
SiO ₃	6.13

Fuente: Amardeep B. Dehane et al, 2015

La ceniza de cáscara de trigo de acuerdo a sus propiedades físicas presenta: Peso ligero, de color azul, y tiene un alto grado de combustión.

Tabla 3. Propiedades físicas de la ceniza de cáscara de trigo.

S. N°	Propiedad	Valor	
1	Distribución del tamaño del grano (porcentaje más fino que)	4.75 mm	100.00
		2.36 mm	99.77
		2.0 mm	99.68
		1.18 mm	99.07
		0.6 mm	96.18
		0.425 mm	93.28
		0.3 mm	87.05
		0.15 mm	23.00
		0.075 mm	3.39
2	Gravedad específica	2.33	

Fuente: Adaptado de Getachew (2016)

Respecto a las ventajas del trigo, brindan muchos beneficios entre las principales tenemos:

Combate el estreñimiento.

Ayuda a combatir el colesterol.

Regula la presión arterial.

Previene enfermedades como la artritis.

Ayuda a combatir el estrés y la ansiedad.

Favorece a la buena digestión ya que está compuesto con un alto contenido en fibra.

Mejora la salud ocular.

Respecto a sus desventajas del trigo:

Aumenta los niveles de glucosa

Mayor posibilidad de enfermarse del hígado

Ocasiona algunas reacciones alérgicas.

La Cebada (*Hordeum Vulgare*), es un grano antiguo que pertenece a la familia de las gramíneas y es similar al trigo. De características alargadas, puntiagudas en sus extremos, está cubierto de una cáscara. Su uso está destinado en la producción de leche malteada, cerveza y whisky, y el grano tostado, también es utilizado como sustituto del café, asimismo es un insumo muy importante en la alimentación de animales. Entre los países que más destacan en la producción de cebada son: EE.UU., Rusia, España, Canadá, Alemania, Francia, Turquía, Australia.

La cebada en cuanto a su clasificación se da en dos tipos:

Cebada de dos carreras; sus espigas son planas con dos hileras de granos a cada lado del tallo. Este tipo de cebada crece en las regiones más secas de la tierra y cuenta con alto contenido de almidón.

Cebada de seis carreras; su espiga tiene un diseño cilíndrico, posee seis filas o carreras las cuáles se ubican en todo el largo del tallo. Contrario al anterior esta cebada se siembra en zonas húmedas. Facilita la conversión de almidón en azúcar debido a su alto contenido en proteínas.

El grano de cebada se encuentra dividido en cinco partes según su estructura:

Cáscara; es la cobertura exterior que cubre al grano. De acuerdo al tipo de cebada, la cáscara de la del tipo dos hileras es más delgada, y la del tipo seis hileras es más gruesa.

Pericarpio y epicarpio; son capas que se encuentran debajo del caparazón. Su cáscara protege al fruto, evitando el ingreso de sales y ácidos.

Capa aleurona; es el conjunto de células separadas entre sí por gruesas paredes celulares. Esta capa tiene la función de sintetizar y desprender enzimas hidrolíticas, cuando realiza esta función las células de aleurona perecen por defecto.

Endospermo; se ubica debajo de la capa de aleurona, ocupando la mayor parte del grano en un 83%. El almacén alimenticio de la planta se encuentra compuesto por un grupo de células de paredes delgadas.

Germen o embrión; debido a la germinación de su semilla produce una nueva planta. Se encuentra formado por el eje embrionario el cual se conforma de la plúmula y la radícula creando de esta manera la parte vegetativa de la planta, posee gran cantidad de ácidos nucleicos y proteínas.

Respecto a las ventajas de la cebada entre las principales tenemos:

Brinda cuidado en la salud del colon.

Ayuda en la disminución de riesgo de contraer hemorroides.

Combate el estrés y ansiedad.

Por tener un alto contenido en carbohidratos es excelente fuente de energía.

Reduce el riesgo a sufrir afecciones del corazón y colesterol.

Su fibra protege y contribuye en la limpieza de la vesícula evitando la formación de piedras.

El agua de cebada rehidrata el organismo.


Favorece la mejora de enfermedades de la piel.

Según sus desventajas de la cebada:

No apto para personas que sufren de celiaquía.

Puede provocar flatulencias, hinchazón o calambres estomacales.

Podría provocar alergias en personas hipersensibles.



CEREAL	PROTEÍNA	GRASA	CARBOHIDRATOS		CENIZAS
			TOTALES	FIBRA	
Arroz pilado	10.1	2.1	86.4	1.0	1.4
Avena pilada	14.7	8.0	72.0	4.0	2.0
Cebada cubierta	12.2	1.9	75.9	6.8	3.1
Cebada desnuda	13.3	2.6	80.0	1.9	2.0
Cebada perlada	12.0	1.5	84.3	1.0	1.2
Maíz	10.3	4.5	81.5	2.3	1.4

Figura 2. Composición química de la cebada comparada con otros cereales

Fuente: Villacrés Elena, *La cebada un cereal nutritivo*. pág. 81

Variable Dependiente: (La subrasante)

Se considera a la subrasante como la parte indispensable del diseño del pavimento, su principal función es de proporcionar resistencia a cargas en las estructuras viales y un buen desempeño del pavimento. Se forma de suelos en su estado natural, o sometidos a procesos de mejoras como la resistencia mecánica y física, normalmente en la subrasante se emplea aditivos como: Cal, Cemento Portland, asfalto entre otros activos orgánicos e inorgánicos. (Álvarez, 2013).

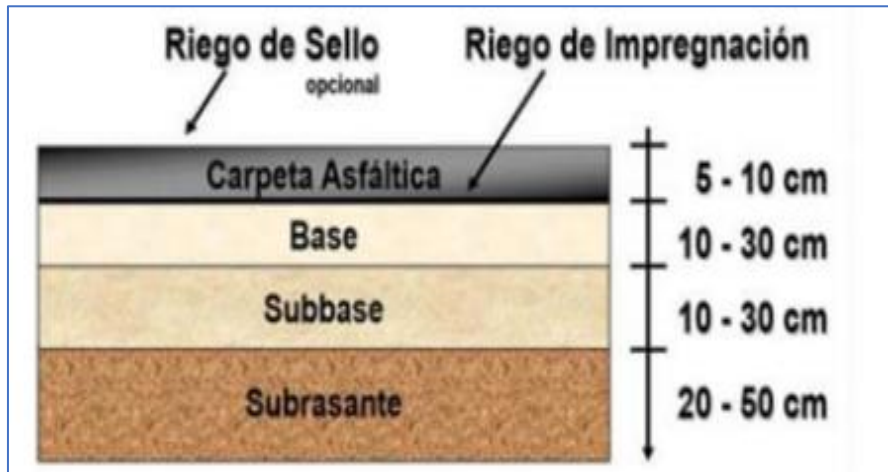


Figura 3. Ubicación de la subrasante en pavimento.

Fuente: Adaptado por Barajas y Buitrago (2017)

La subrasante tiene un desempeño importante en efectividad y eficiencia del proceso constructivo de carreteras, pues si el suelo es inestable tendrá consecuencias negativas colaterales de la base, subbase y su compactación, lo que no podrá brindar suficiente resistencia en la estructura del pavimento y su aplicación. Generalmente las deficiencias causadas en la construcción son originadas mayormente en la subrasante ya que están "ocultos" en el pavimento terminado. Estos daños aparecen en la acera tras su exposición al tráfico, así mismo, el grosor y el tipo de pavimento guardan relación dependiente con la calidad de subrasante, sea este flexible o rígido (Álvarez, 2013).

El suelo a una profundidad menor a 0.60m por debajo de la capa superior de la pista, debe ser compacta y estable con un CBR del 6% o más. Cuando el suelo es inferior a la capa superior de la pista, significa que el CBR está defectuoso o es insuficiente en la pista, es por ello requiere la estabilidad del suelo. El ingeniero encargado evaluará alternativas de solución más factible de acuerdo al tipo de suelo existente, pudiendo optar el uso de tecnologías convenientes, tales como la estabilización química, mecánica, con el uso de material geo sintético, entre otros, asimismo otorgar un incremento en la pendiente, cambiar el diseño de la vía, buscando la mejor solución (MTC suelos y pavimentos, 2014, p.23)

Propiedades físico-mecánicas de los suelos para Subrasante:

Debido a las diferentes propiedades que presentan, se deben tener en cuenta un buen estudio en las estructuras de pavimentos. Respecto a sus propiedades físicas estas se conservan invariables al sometimiento a procedimientos de compactación, homogenización, etc. Sin embargo, ambas propiedades cambian si el proceso de estabilización se realiza mediante un proceso mezclado con materiales como cemento, cal, puzolanas o mezclas químicas.

Granulometría: Es la distribución porcentual de una muestra de suelo que consiste en distribuir porcentajes combinada de partículas de diferentes tamaños.

Según la medida de las partículas de suelo se pueden definir el siguiente cuadro:

Tabla 4. Clasificación de suelos según el tamaño de las partículas.

Tipo de material	Tamaño de las partículas
Grava	5mm–60mm
Arena	0.5mm–2mm
Limos	0.002mm–0.075mm
Arcilla	Menor a 0.005mm
Cantos rodados	80mm–300mm
Piedras de boleó	>300mm

Fuente: <http://uningenierocivil.blogspot.com>

Límites de Atterberg: se refiere al límite de consistencia, determinar el comportamiento de suelos finos bajo diversas condiciones, en función de sus propiedades y también del contenido de humedad. La consistencia de los suelos se da en diferentes estados, respecto al grano fino se componen en estados sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso. LR se denomina al que se encuentra entre sólido y semisólido, LP se denomina al que esta entre semisólido y plástico, y el que se encuentra entre el límite plástico y semilíquido se llama LL.

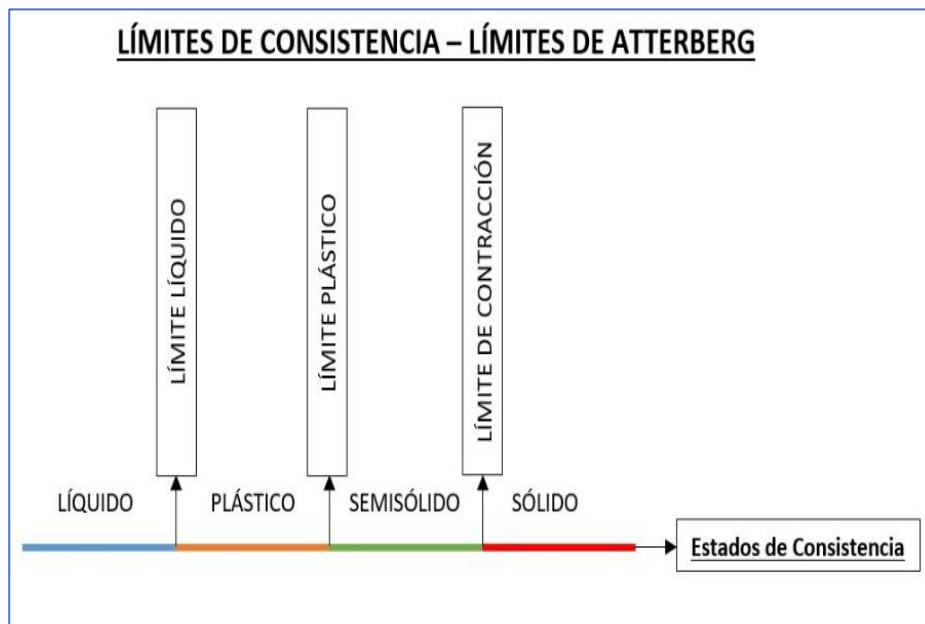


Figura 4. Límites de Atterberg

Fuente: Cueva del ingeniero civil

Relacionados con estos límites podemos definir los siguientes índices:

Índice de Plasticidad (IP); es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico del suelo, y su fórmula es: $IP = LL - LP$. El índice de plasticidad es un excelente indicador de la resistencia a la compresión. Cuanto mayor sea el PI, más compresible será el suelo.

Tabla 5. Clasificación de suelos según índice de plasticidad.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos.
$IP \leq 20$ $IP > 7$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos
$IP = 0$	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla.

Fuente: Adaptado MTC, 2013, p. 37

Índice de Fluidez (IL); este, también conocido como índice líquido, determina la viscosidad del sol aglutinante en su estado natural, y la fórmula para calcularlo es: $IL = (w-LP) / (LL-LP)$. Según IL, la consistencia se puede clasificar de la siguiente manera:

Tabla 6. Relación entre el índice de fluidez y la consistencia.

Valor del I_L	Consistencia
1.0–0.8	Muy blando
0.8–0.65	Blando
0.65–0.5	Consistencia media
0.5–0.25	Duros
<0.25	Muy duros

Fuente: <http://uningenierocivil.blogspot.com>

De acuerdo a las categorías de subrasante.

Tabla 7. Parámetros de CBR para las categorías de subrasante.

Categorías de Subrasante	CBR (%)
S0: Subrasante inadecuada	<3
S1: Subrasante pobre	3 - 6
S2: Subrasante regular	6 - 10
S3: Subrasante buena	10 - 20
S4: Subrasante muy buena	20 - 30
S5: Subrasante excelente	>30

Fuente: Adaptado MTC, 2013, p. 40

Según las funciones de la subrasante.

Soporta las cargas de tránsito que transmiten las capas superiores.

Distribuye adecuadamente las cargas de tránsito al cuerpo del terraplén.

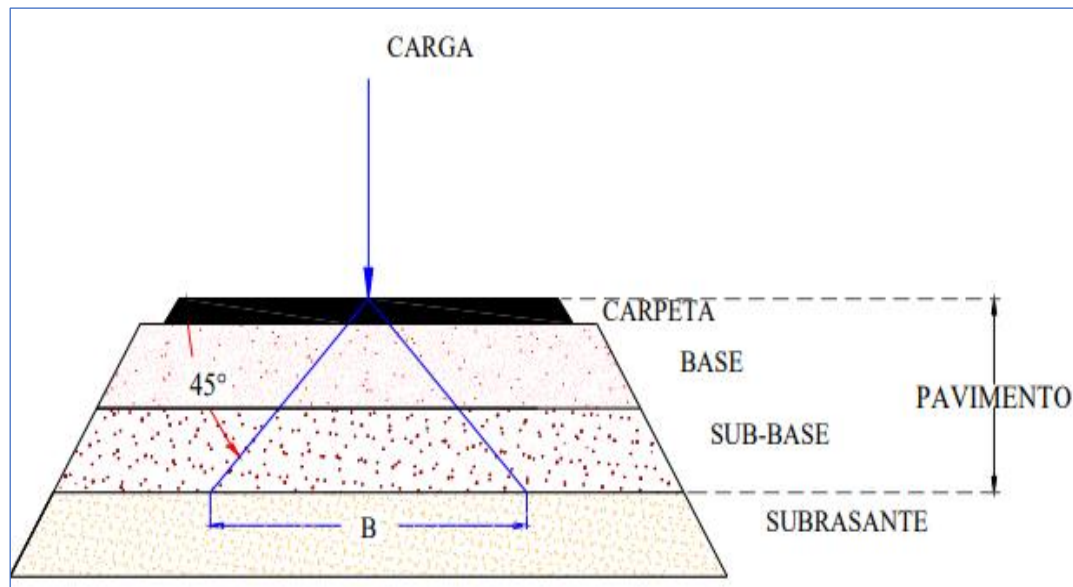


Figura 5. Transmisión de cargas en capas inferiores.

Fuente: Adaptado de Matías Amaro (2019) p. 19

Tabla 8. Correlación de tipos de suelos AASHTO – SUCS.

Clasificación de Suelos AASHTO (AASHTO M – 145)	Clasificación de Suelos SUCS ASTM – D - 2487
A – 1 – a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A – 1 – b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

Fuente: Adaptado de Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013) p. 45.

El Pavimento, es un elemento construido de múltiples capas, sobre una base de una vía, resiste y dispersa las tensiones provocadas por el tráfico de la unidad de maniobra, mejorando las condiciones de confort, incluida la seguridad vial. Por lo general, consta de diferentes capas, una base, sub base, y capa de rodadura. (MTC, 2013, p. 23).

Según los tipos de Pavimentos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Pavimento rígido; se comprende de dos capas, la primer de concreto y la inferior de base. Por su alta rigidez de concreto hidráulico tiene la capacidad de soportar cargas pesadas. Se caracteriza por ser muy resistente además de ser fácil de construir. Es un poco más costosa en comparación del pavimento flexible sin embargo la ventaja es que puede ser usado entre 20 a 40 años.

Pavimento semi – rígido; es un pavimento compuesto, por mezclar el de tipo flexible y el rígido. Está conformado por dos capas: una capa de hormigón o cemento Portland que normalmente va en la parte inferior y otra capa de hormigón tratado con asfalto que va en la parte superior.

Pavimento flexible; está compuesto de una capa asfáltica apoyado en las capas inferiores ubicadas en la base y subbase, que normalmente es de característica granular. Este tipo de pavimento se utiliza en zonas con mucho tránsito y está diseñado para una duración no menos de 8 años, pero su duración optima es de 20 años.

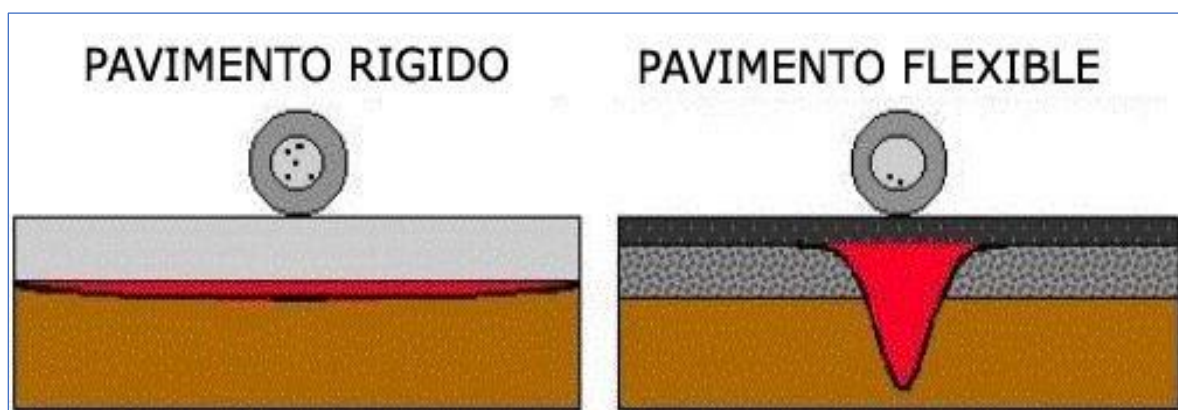


Figura 6. Tipos de pavimento

Fuente: <http://ingenieriacivilapuntos.blogspot.com/2009/05/pavimentos-rigidos.html>

El pavimento flexible presenta tres capas:

Capa de Rodadura

Capa Base

Capa Subbase

Ensayos de suelos:

Los principales métodos para la medición de resistencia de los suelos de la subrasante son:

Valor de resistencia de Hveem (Valor R): esta prueba determina la aptitud del elemento que se utilizará debajo de los pavimentos. La muestra en forma cilíndrica se pone en un dispositivo estabilómetro de Hveem para luego ser comprimido y mientras se realiza este proceso el operador tiene que registrar las lecturas de presión horizontal que se obtiene cuando la probeta está bajo compresión.

Penetración dinámica PR con cono: se refiere a un método no destructivo, mide la capacidad estructural in situ del suelo, asimismo, tiene como finalidad evaluar la resistencia de materiales de la subrasante y los pavimentos. Este ensayo se realiza introduciendo el cono dentro del pavimento o subrasante, se utiliza un martillo que se coloca en la parte superior del eje de recorrido y dejarlo caer. Para cada caída se registra la penetración y a esta se le denomina penetration rate = PR, en mm/golpe.

Módulo de resiliencia (Mr): este ensayo sirve para el análisis de las propiedades del comportamiento de los materiales mientras están bajo cargas dinámicas como las ruedas de un carro. En el movimiento la rueda transmite fuerzas a todas las capas del pavimento incluyendo a la subrasante haciendo que cada capa se deforme debido a la velocidad y peso del vehículo.

Valor Soporte California (CBR): con esta prueba se realiza la medición de resistencia al cizallamiento del suelo y se realiza en condiciones específicas de humedad y densidad. Los ensayos de CBR generalmente se realizan en especímenes comprimidos a la humedad óptima para un ambiente en particular.

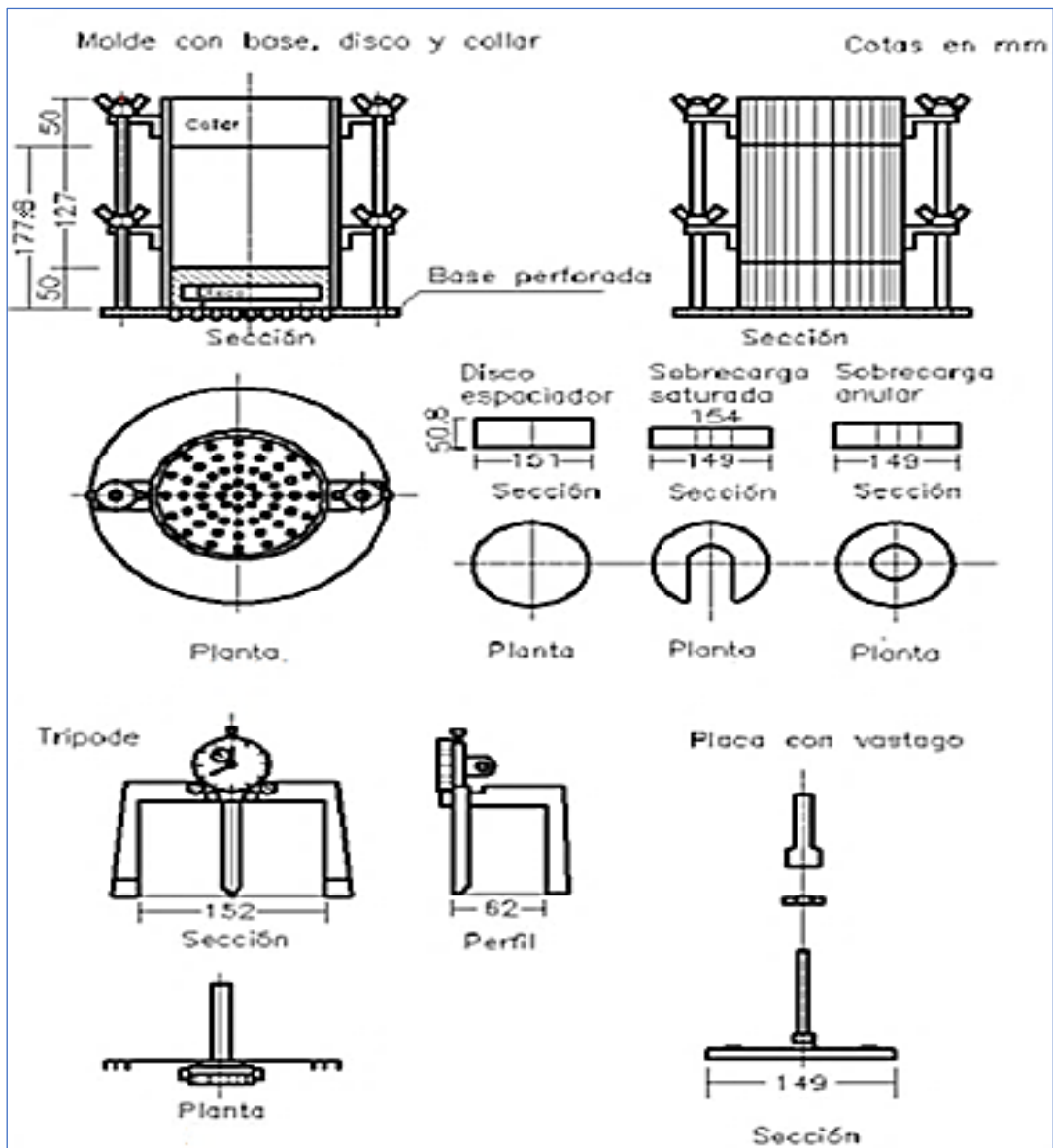


Figura 7. Molde cilíndrico de 4 pulgadas
Fuente: Manual de ensayo de materiales (2016)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo de Investigación: Aplicada

(Lozada, 2014) refiere que el tipo de estudio es de la aplicación directa y de medio plazo del conocimiento en el área productiva.

Esta investigación es desarrollada con la recopilación de datos de otras tesis que servirán de ayuda en la indagación y experimentación con los resultados de investigaciones ya elaboradas con el fin de mejorar y obtener nuevos resultados para cooperar en los proyectos futuros.

Diseño de la Investigación: Experimental

(Valderrama, 2018) nos dice que «El diseño experimental ocurre cuando manipula o se varía a conveniencia una o más variables independientes para capturar los cambios realizados por la variable dependiente»

Esta investigación es diseñada de forma experimental ya que se manipulará a las variables independientes que son la ceniza de cáscara de trigo y la ceniza de cáscara de cebada en diferentes porcentajes (3%, 6%, 9% y 15%) respectivamente con el fin de alcanzar resultados que determinen los efectos de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la subrasante.

Nivel de Investigación: Descriptiva – Explicativa

(Toro y Parra, 2002) Menciona que la encuesta descriptiva establece las características, personas o características de grupo que son objeto de análisis de la encuesta que se refiere a la medición o evaluación de la dimensión en estudio. El presente estudio se basa a un nivel descriptivo - explicativo, de acuerdo a la recopilación de información, bibliográficas y otros documentos sobre las variables indicando sus propiedades, características y otros datos asimismo analiza cómo influye las variables independientes sobre la dependiente (causa – efecto).

Enfoque: Cuantitativo

(Barrientos, 2016) nos dice que: «Los métodos cuantitativos, especialmente en ingeniería, se han llevado a cabo en el trabajo de Auguste Comte y Emile Durkheim. Deben ser "científicos" para analizar estos fenómenos, es decir, persiguen activamente el mismo sistema científico que ha tenido mucho éxito en las ciencias

naturales, que se dice que son capaces de medir elementos. Sugiere que es necesario utilizarlo».

Por lo tanto, en esta investigación se desarrolla un enfoque cuantitativo debido a que permite examinar datos numéricos de acuerdo a las variables de estudio mediante la recopilación de información y análisis de datos de otras investigaciones.

3.2 Variables y operacionalización

Hernández Sampiere (2006) nos dice que las variables se definen como atributos o cualidades que pueden modificarse para facilitar la medición.

Por lo tanto, la manipulación de variables es una forma de tratar con variables complejas y tiene como objetivo crear el significado de términos que pueden medirse y observarse en forma abstracta.

Variable Independiente: Cenizas de cáscara de trigo y cebada

Definición conceptual: El trigo y la cebada pertenecen a la familia de las gramíneas y ambos son granos cereales alimenticios.

La cáscara de trigo y cebada son elementos orgánicos provenientes de desechos agroindustriales producidos en los altos volúmenes en zonas agrícolas donde se siembra y procesa este grano cereal. (Barzola y Curo, 2019).

Definición operacional: La cáscara de trigo y cebada pasan a un proceso de quemado para obtener las cenizas. Luego se plantea un diseño para aplicar los porcentajes de dosificación de cenizas que se agregarán a la subrasante.

Indicadores: 0%, 3%, 6%, 9% y 15% adición de cenizas de cáscara de trigo y cebada respectivamente, y la escala de medición: De razón.

Variable Dependiente: Subrasante para pavimento flexible

Definición conceptual: es la parte indispensable del diseño del pavimento, y tiene como función principal brindar resistencia y rendimiento en el pavimento. Su composición es de suelo en estado natural, o suelos con procesos de mejoramiento, como la resistencia mecánica y física, además en la subrasante se acostumbra a emplear adicionantes como: Cal, Cemento Portland, asfalto entre otros activos orgánicos e inorgánicos. (Álvarez, 2013).

Definición operacional: Se realizan los estudios de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas.

Indicadores:

Ensayo de granulometría.

Límites de Atterberg.

Clasificación de suelos.

Capacidad portante (CBR).

Costo de material.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población, según (Behar, 2014), es el conjunto de atributos que pertenecen a este grupo y se establecen de acuerdo a sus necesidades. Se deben tomar grandes muestras del universo de la población. La evolución del universo formado, el tamaño de la muestra, el método utilizado y la elección de las unidades de análisis deben estar claramente establecidos en el plan y la justificación. En esta investigación la población viene a ser la subrasante de las 16 cuadras ubicadas en la Av. Canto Grande en el distrito de S.J.L.

Para la Muestra, según (Barrientos, 2013), la muestra se considera una pequeña parte de la población del tema de investigación, y es entrevistada dadas sus características y la cantidad requerida para el estudio. Se tomará como muestra la subrasante de la cuadra 5 y 14 de la Avenida.

El Muestreo, según Salinas (2012), el muestreo es la actividad de recopilar datos de una población específica bajo investigación y se presenta como un medio para recopilar datos, se considera una selección de muestras creadas por el investigador y detalla el proceso para su obtención. Niño (2011), afirma que para realizar el cálculo de una muestra de una población se debe emplear como método de estudio al muestreo. Hay dos clases y/o tipos muestreo no probabilístico (conocido por otros como determinista) y muestreo probabilístico. En este estudio el muestreo es de carácter No Probabilístico intencional, ya que la muestra es seleccionada a conveniencia ya que las muestras no se seleccionan al azar, sino que se limitan a la discreción del investigador porque toman en cuenta algunas características del

estado y las áreas más severamente afectadas del pavimento para las tomas de muestra.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para (Behar, 2014), una investigación no tendría sentido sin la tecnología de recopilación de datos. Este sistema conduce a examinar los problemas planteados. Cada estudio de ejemplo identifica qué método utilizar, y cada uno constituye su propio mecanismo o método a utilizar. En este estudio se utilizó la observación directa como técnica de aplicación, ya que es la técnica más confiable para el estudio, también están incluidas las observaciones directas y estructuradas. Porque se basa en una rigurosa planificación previa que incluye un marco conceptual y criterios de observación directamente en el lugar de estudio para registrar las propiedades físicas y químicas de la Avenida Canto Grande.

Según los instrumentos para la recolección de datos:

Instrumento, según (Hernández y et al, 2014), indican que el instrumento es un requerimiento utilizado por el indagador para patentar información sobre las variables. Por lo tanto, en esta investigación se utilizarán distintos instrumentos a fin de obtener los mejores resultados para ello se emplearán los siguientes formatos y/o instrumentos:

Guía de observación.

Fichas de laboratorio.

Hojas de cálculo Excel.

Programa estadístico MegaStat.

Para la validez, según (Hernández, 2006, pág. 07), argumenta que la validez está relacionada en cierta medida al grado que tiene un instrumento que necesita medir la variable que está tratando de medir.

En la presente investigación la validez será dada con la conformidad de especialistas la Ingeniería Civil; quienes validarán los instrumentos a utilizarse durante el desarrollo de los diferentes ensayos de laboratorio.

De acuerdo a la confiabilidad, según (Hernández, 2006, pág. 07), hace referencia a la confiabilidad como una herramienta de medición que indica el grado en que se repiten los resultados obtenidos en un mismo tema.

La confiabilidad se refiere tener márgenes de error mínimos, exhibido por el instrumento de recolección de datos y la seguridad proporcionada al medir a un individuo o sujeto usando el mismo equipo.

Los instrumentos son confiables porque se toma la información de los ensayos con el uso de equipos correctamente calibrados, y para esto como evidencia se presentan los certificados de calibración y los documentos que ofrece el laboratorio donde se llevaron a cabo los ensayos con la finalidad de garantizar lo más posible la exactitud y la confiabilidad de los resultados de estos ensayos.

Asimismo, se realizó la contrastación de la hipótesis a través del análisis estadístico MegaStat.

3.5 Procedimientos

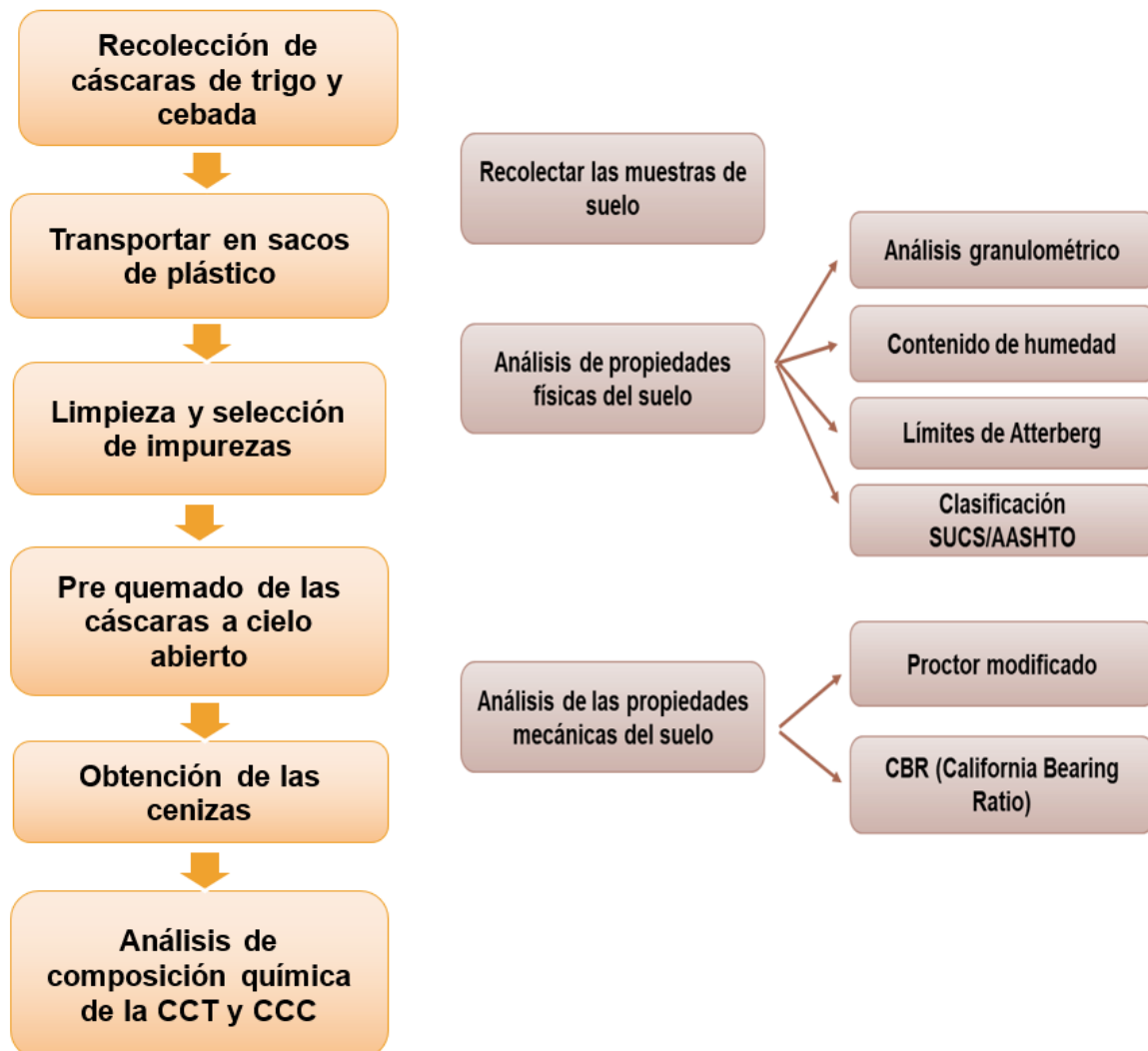


Figura 8. Procedimiento de recolección de materiales

Fuente: Elaboración propia

Obtención de los materiales:

Se estudió e identificó el suelo de la subrasante, efectuando dos calicatas según los parámetros que indica la norma ASTM D420-69 / Manual de carreteras 2014 en la Av. Canto Grande, SJL.

Las muestras se tomaron de las cuadradas 5 y 12 de la avenida siguiendo los parámetros de la normativa del (MTC, 2016), cada muestra deberá pesar 80 kg, este procedimiento muestra las propiedades y características de material en las pruebas que se efectúen en el laboratorio.

Finalmente, los materiales obtenidos se colocarán en cuatro bolsas de 40 kg. de polipropileno

Se acumularon alrededor de 8 sacos (4 de cada cereal) las cáscaras de trigo y cebada de la provenientes de la planta de procesamiento de Cereales de Acostambo en Huancavelica, seguidamente se transportó con dirección a la ciudad de Lima, con ayuda de cinco personas se limpió el material, dejando por dos días de secado al aire libre.

Seguidamente se realiza el pre-quemado de manera artesanal al aire libre de las cáscaras de trigo y cebada por separado para esto se recurrió al uso de un cilindro metálico. Luego de obtener las cenizas fueron empaquetados en sacos de polipropileno para transportarlas al laboratorio para efectuar los siguientes ensayos:

Ensayo granulométrico: para analizar de forma cuantitativa la distribución del tamaño de las partículas.

Los materiales y equipos que se emplearon con el cuarteador, balanza de 0.1, juego de tamices Nros. 4, 10, 20, 40, 60, 100 y 200, horno de secado, bandejas, brochas para la limpieza de las mallas de los tamices.



Figura 9. Materiales para ensayo de granulometría
Fuente: Google

Procedimiento del ensayo granulométrico:

Con el acopio de aproximadamente 50 kg de muestra obtenida de cada calicata, se procede a cuartear la muestra, de las cuatro partes se toma 2, y se realiza el mezclado para la reducción de la muestra, seguidamente se pesa la muestra y luego se traslada al horno configurando a una temperatura de 110° C durante 24 horas, se deja enfriar a temperatura ambiente, pesando la cantidad de muestra del ensayo. Seguidamente se coloca la muestra en las bandejas de tamices y se agita durante 10 a 15 minutos. Finalmente, se realiza el pesaje y la anotación del material retenido en cada tamiz.

Ensayo de determinación de límite líquido (ASTM D-4318, MTC E110): esta prueba permite determinar las propiedades y comportamientos del suelo, empleando para ello, materiales y equipos, como la copa de casa grande, la cápsula de evaporación, el acanalador, el calibrador, espátula, horno, balanza.



Figura 10. Cuchara de Casa Grande

Fuente: *Manual de procedimientos de ensayos de suelos, Botía (2015)*

Procedimiento para determinación de límite líquido:

Colocar en una tara adicionando agua en poca cantidad para humedecer la muestra que ingresa por el tamiz N° 40 (250 gr aprox.), luego proceder a mezclar con la espátula hasta que esté homogénea, a continuación se sitúa una pequeña cantidad de esta mezcla en la parte central de la copa de Casagrande, seguidamente con el

acanalador (ranurador) se divide la mezcla de suelo en dos porciones, realizando 25 golpes con la manivela hasta lograr cerrar la ranura, por último, se selecciona la muestra de la parte central para determinar su humedad consiguiendo de esta manera el Límite Líquido.

Ensayo de determinación del límite plástico (ASTM D-4318, MTC E111): esta prueba determina qué tan bien se comporta el suelo en condiciones húmedas. Entre los materiales y/o equipos se ubican vasijas de evaporación, espátula de acero, taras numeradas, horno o estufa, balanza de 0.1, vidrio esmerilado.

Procedimiento para determinación del límite plástico:

Aproximadamente se coge 30 gramos del espécimen preparado para el ensayo de límite líquido (la que pasó por el tamiz N° 40), luego se adiciona agua destilada, procediendo a heñir la muestra con la mano, y a continuación sobre un vidrio rodarlo hasta obtener rollitos cilíndricos de 3 mm de diámetro y 5 cm de longitud, en seguida se coloca en dos bandejas los rollitos, y se pesa en la balanza de 0.1 gramo, a continuación se traslada al horno configurado a una temperatura de 100°C por 24 horas, finalmente, se deja enfriar, se procede al retiro de las muestras y se pesa. El límite de plasticidad se determina calculando el promedio ambos contenidos de humedad.

Ensayo de Clasificación SUCS (ASTM D-2487) para determinar la clasificación de suelos.

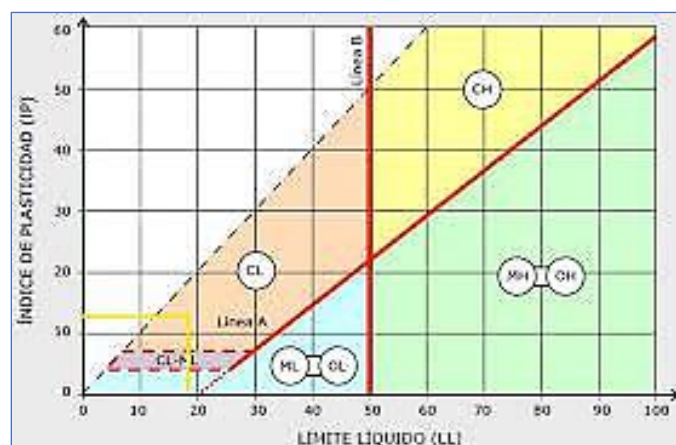


Figura 11. Clasificación de suelos según SUCS

Fuente: Google

Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557) con la adición de CCT y CCC con las muestras de subrasante, incluida la de 0% CCT y CCC del peso total de la muestra. Se utilizan los siguientes materiales y equipos, un molde de 6", pisón o martillo, balanza con precisión de 0.1 gr., probeta graduada, horno, tamices de 3/4, 3/8 y N° 4, herramientas de mezcla espátulas, cucharas, taras, bandejas.



Figura 12. Equipo de Proctor Modificado

Fuente: Google

Procedimiento de ensayo de Proctor Modificado:

Inicialmente las muestras se secan al aire o en un horno a una temperatura de 60°C., ingresar la muestra aproximadamente 6 kg en los tamices de 3/4, 3/8 y N° 4 respectivamente, se combina las cuatro muestras con agua 16 horas antes en distintas dosificaciones, a continuación se vierte la primera capa en el molde y se aplica los 56 golpes con el pisón o martillo, los golpes se realizan en toda el área haciendo giros con el pisón, llevando hasta la parte superior y se suelta en caída libre, se repite alternadamente; se vuelve a levantar y dejar caer el pisón completando las 3 capas, se hace el retiro de la extensión, con una regla metálica se enrasa la última capa con el nivel superior del cilindro, se limpia el cilindro, y luego se pesa con la muestra (peso del material + cilindro).

Finalmente, recoger del centro del molde el material, seleccionando como mínimo 500 gramos, trasladar el material al horno a una temperatura de 100 a 110°C durante 24 horas, posteriormente el material secado se desmenuza, y con la adición de agua se obtiene el contenido de humedad.

Ensayo de CBR (ASTM D 1883) para las dosificaciones de CCT y CCC con las muestras de subrasante, incluyendo la de 0% CCT y CCC del peso total de la muestra.

Según los materiales y equipos a utilizar son: un molde CBR, con collarín y base perforada, trípode y extensómetro, plato y vástago, disco espaciador, pisón o martillo, pistón de penetración, cronómetro, balanza, horno, papel filtro.



Figura 13. Equipos para ensayo CBR

Fuente: Google

Procedimiento del ensayo de CBR:

Primeramente, secar el material a una temperatura de 60°C, luego triturar los terrones evitando la destrucción de las partículas, luego ingresar por el tamiz 3/4, y N°4, seguidamente quitar el material retenido en el tamiz 3/4 y reemplazarlo con el material entre los tamices 3/4 y N°4, posteriormente se mezcla y determinamos el contenido de humedad.

La densidad se determina recogiendo 5 kg de material, para la curva con 6 puntos se usan 30 kg., se coloca el disco espaciador y el papel filtro de 6 pulgadas en el molde cilíndrico, se vierte agua para humedecer el material y se combina, la humedad entre dos muestras debe cambiar en 2%, la muestra se divide en cinco partes y se compacta en cinco capas con 10, 25 y 56 golpes por capa. Luego se

retira el collarín, se aplana la parte superior del molde, se voltea el mismo, y se retira la base y el disco espaciador, se realiza el pesaje con la muestra, de esta forma se determina la densidad y humedad.

Empleando el papel filtro sobre la superficie, un plato de metal, luego se voltea el molde, este proceso determinar la expansión del material. Cuando la superficie se encuentre libre se coloca el papel filtro y encima el plato con el vástago graduable, luego sobre este plato se coloca varias pesas haciendo una sobrecarga, seguidamente se inserta el molde un tanque de agua, para su lectura se coloca el trípode utilizando un extensómetro, cada 24 horas.

Para analizar la resistencia a la penetración se inserta el molde con la muestra y la sobrecarga debajo de la prensa, y se sitúa el pistón sobre la muestra configurando una carga de 5 kg., luego se coloca en cero el extensómetro, a continuación se hinca el pistón de 0.025" configurando a una velocidad de 0.057" por minuto hasta hincar el pistón 0.50", cuando se llega a 0.50" se suelta la carga lentamente retirando la prensa, las pesas y la base metálica.

3.6 Método de análisis de datos

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014): en esta etapa se intenta escribir los datos analizándose estadísticamente para vincular las variables con respecto a la matriz, y la encuesta final utiliza cálculos estadísticos para probar la hipótesis.

Es el proceso de presentar datos recopilados previamente de acuerdo a las técnicas que se emplean para resaltar información útil y obtener las conclusiones finales.

El presente estudio se empleó la metodología científica estadística para procesar, sistematizar y tabular los resultados alcanzados. Estos datos se presentan mediante cuadros y tablas elaboradas en Microsoft Excel.

3.7 Aspectos éticos

(Niño, V, 2011) nos dice que: el aspecto ético de la investigación contiene cuatro grandes puntos: anonimato, legalidad, confidencialidad, y el profesionalismo, los cuales se emplean responsablemente durante la investigación. Es muy importante considerar los aspectos éticos del proyecto de investigación, esto se debe a que el texto presenta y refleja los estándares y declaraciones que se utilizan al desarrollar proyectos de investigación en todo el mundo, evitando los derechos de autor por plagio o falta de citación, además, para demostrar diversos avances aportamos cada día nuevos conocimientos en las investigaciones publicadas y realizadas por otros investigadores. Estos permiten que la sociedad en su conjunto avance, porque cuanto más conocimiento tienes, más sabiduría y criterio tienes para tomar decisiones.

La presente investigación se desarrolló poniendo en práctica los principios y valores adquiridos en casa asimismo se respetaron los aportes de otros autores sin incidir en el plagio ya que si bien es cierto se utilizó información de distintos trabajos para guiarnos en la realización de este proyecto.

Por lo tanto, puedo decir que esta investigación se realizó con total transparencia y responsabilidad con el único propósito de ser un verdadero profesional.

IV. RESULTADOS

Memoria Descriptiva.

La presente investigación titula Influencia de cenizas de cáscara trigo y cebada en subrasante de la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021.

Ubicación del sector de estudio.

Se encuentra en el distrito de San Juan de Lurigancho, que forma parte de los cuarenta y tres distritos de la provincia de Lima, con fecha de fundación el 13/01/1967, específicamente se centra en la Av. Canto Grande cuyas coordenadas geográficas son: latitud 12°1'46" S y longitud 77°0'37" O, a 190 msnm.

Región	:	Lima
Departamento	:	Lima
Provincia	:	Lima Metropolitana
Lugar	:	Av. Canto Grande

En el distrito de San Juan de Lurigancho según los datos proporcionados por el INEI del año 2017 es el lugar más poblado por ende el más transitado, la mayor parte de sus vías presentan deficiencias, apreciándose falta de mantenimiento de vías, ya que cuenta con 1 162 000 habitantes. En sus linderos colinda por el sur con el distrito de El Agustino y Cercado de Lima, por el norte con el distrito de Carabaylo, por el este con el distrito de Lurigancho-Chosica y la Provincia de Huarochirí, y con el distrito del Rímac, Independencia y Comas por el oeste. Además, cuenta con un clima bastante húmedo y desértico, con pocas lluvias en invierno. La temperatura promedio es entre 17° C. a 19° C. las zonas húmedas se ubican en las zonas de Zárate, Caja de Agua, y la zona de clima seco en Canto Grande, la que mayormente presenta días soleados durante el año en comparación con otras ciudades.

Localización Geográfica del Proyecto.

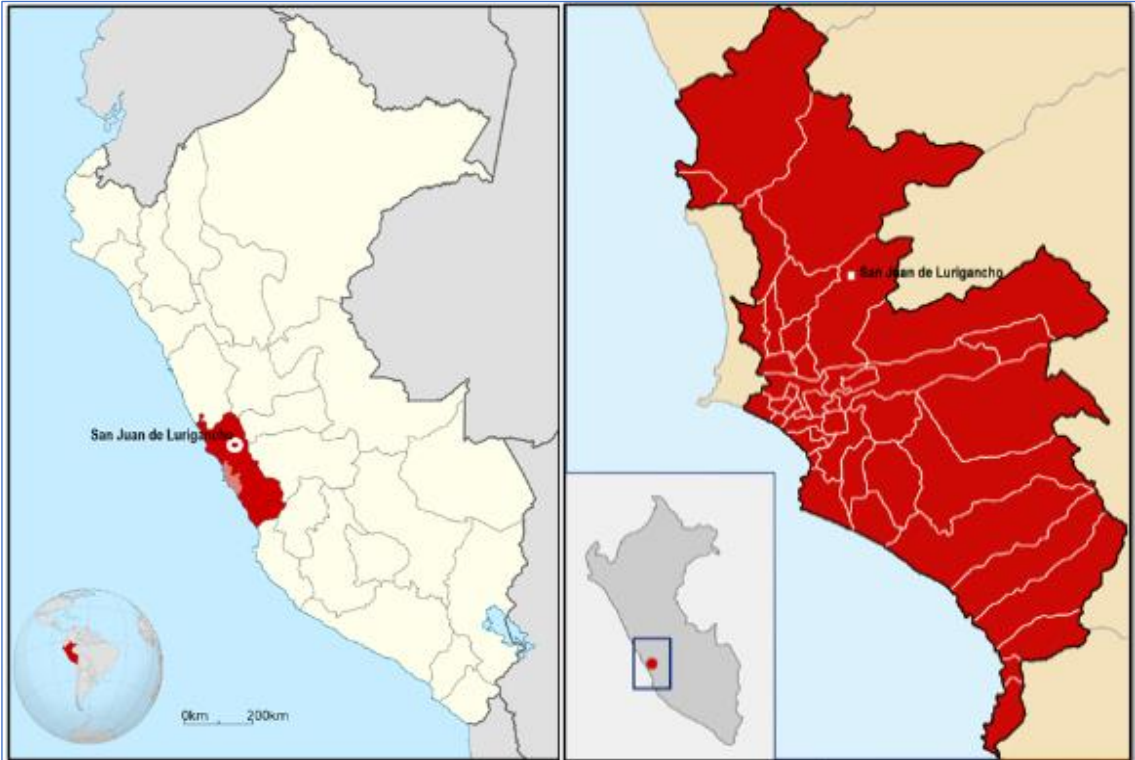


Figura 14. Ubicación del distrito de San Juan de Lurigancho

Fuente: Google



Figura 15. Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Google Earth

Acceso al área de estudio.

Para llegar a la zona donde se realizó el tema de investigación su recorrido parte desde la Plaza de Acho en sentido de sur a norte, cruzando la Av. 9 de octubre hasta llegar a la Av. Las Flores de Primavera, una vez culminado este recorrido llegamos a la Av. Canto Grande. El lugar de estudio tiene como ubicación exacta en el cruce de la Av. Canto Grande y Av. Del Parque (cuadra 5).

Emplazamiento del área de estudio.

La zona de trabajo abarca 2 km, donde el pavimento presenta, grietas y demás fisuras, producto de la mala construcción realizada lo cual hace que estos pavimentos no duren en el tiempo, lo que corresponde realizar gastos en mantenimientos.

Trabajo de Campo.

Ubicación de las Calicatas.

En la Av. Canto Grande se efectuaron 04 calicatas teniendo una profundidad de 1.50m, la primera calicata se hizo en la cuadra 5, la segunda en la cuadra 8, la 3ra en la cuadra 12, y la última en la cuadra 15; dicho tramo de la vía tiene una longitud de 2000m y 6m de ancho.



Figura 16. Excavación de calicatas in situ: C – 01 y C – 02

Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Excavación de calicatas in situ: C – 03 y C – 04

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de calicatas se aplica de acuerdo a lo que indica la Norma CE.010 dicha norma argumenta que su cantidad dependerá del tipo de vía; en este caso la Av. Canto Grande es una vía colectora tal como se puede observar a continuación:

TIPO DE VÍA	Nº MÍNIMO DE CALICATAS	ÁREA (M ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Figura 18. Cuadro de cantidad de calicatas

Fuente: Norma Técnica CE.010 pavimentos urbanos

Tabla 9. Ubicación de las calicatas.

Calicata	Sur	Oeste	Altitud
01	11°58'29"	77°00'20"	234m
02	11°58'14"	77°00'09"	245m
03	11°57'47"	77°00'02"	265m
04	11°57'32"	76°59'55"	278m

Fuente: Elaboración propia

Trabajo de Laboratorio.

Se eligió al Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C como lugar para la realización de los ensayos ya que cumplía con la calibración de equipos, permisos y licencias vigentes, además con la debida experiencia en la aplicación de las normas peruanas e internacionales:

Ensayo de granulometría por tamizado según (ASTM D422 / MTC-E107) este ensayo analiza la clasificación de las partículas de la muestra de suelo de la C-01. Se desarrolló en base al siguiente método con el material obtenido en el campo; en primer lugar se llevó a cabo el cuarteo a la muestra para luego proceder al secado en un horno, y con ese espécimen se realiza la granulometría tanto gruesa como fina dichas partículas tuvieron que pasar por los siguientes tamices: 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 140, N° 200, se ejecutó de manera manual por aproximadamente 10 min verificando siempre que las partículas queden retenidas durante el proceso de agitación, luego se inició el pesado de estas mismas, asimismo del material retenido en el fondo, finalmente, se realizó la clasificación de suelos a través de los sistemas SUCS (NTP 339.134, 2014) y AASHTO (NTP 339.135, 2014).



Figura 19. Ensayo granulométrico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra C – 01.

GRANULOMETRÍA C-01				
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	100.0
2"	50.80	-	-	100.0
1 1/2"	38.10	-	-	100.0
1"	25.40	-	-	100.0
3/4"	19.05	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	100.0
N° 4	4.760	-	-	100.0
N° 10	2.00	13.1	2.3	97.7
N° 20	0.840	32.1	5.7	92.0
N° 40	0.425	77.5	13.6	78.4
N° 60	0.260	124.4	21.9	56.5
N°140	0.106	175.4	30.9	25.6
N°200	0.074	34.9	6.1	19.5
-200		110.6	19.5	0.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resultado de la Clasificación de Suelo C-1.

Muestra	% Grava	% Arena	% Finos	Humedad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
C – 01	0.0	80.5	19.5	4.0	SM	A-2-4(0)

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°10, tenemos el resultado del análisis granulométrico por tamizado según las normas ASTM 422, MTC 107, NTP 339.134-2014, a la muestra de la C – 01 donde se puede visualizar que el (%) pasante por el tamiz N° 200 es 19.5% cumpliendo con los requerimientos de las normas.

En la Tabla 11, la muestra no contiene grava siendo el valor 0.0, de arena tiene 80.5% y 19.5% de finos. La clasificación del suelo está considerada como Arena Limosa (SM) según SUCS, y AASHTO es un A-2-4(0).

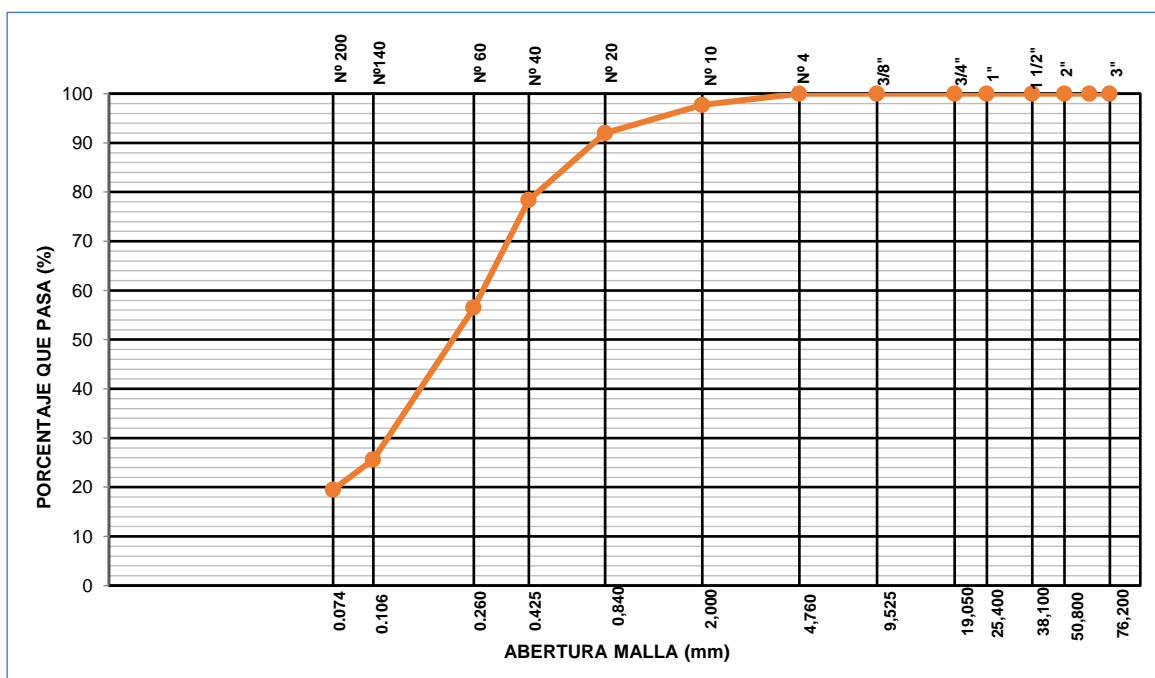


Figura 20. Curva granulométrica

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En la figura 20 podemos visualizar que por los tamices N° 3", N° 2", N° 3/4", N° 3/8" y N° 4" lograron pasar el 100% de partículas, la curvatura empieza a formarse en el tamiz N° 10 donde se aprecia el porcentaje de partículas que pasa es del 97.7%, en el tamiz N° 20 pasan 92.0% de partículas, continuando con el tamiz N° 40 el

porcentaje de partículas que ingresa es del 78.4%, en el tamiz N° 60 el porcentaje de partículas que traspasa es del 56.5%, en el tamiz N° 140 pasan un 25.6% de partículas, y en el tamiz N° 200 atraviesa en un 19.5% de partículas.

OE1. Determinar los efectos de las cenizas de cáscara trigo y cebada en la plasticidad de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021.

Ensayos de Límites de Atterberg ASTM 4318.

Se desarrollaron a cabo los ensayos de Límites de Atterberg o también llamados límites de consistencia para determinar el Límite líquido, Límite Plástico y el Índice de Plasticidad, mostrando como resultado la muestra de suelo de la calicata C-1 no presentan estos límites, siendo entonces un suelo No Plástico.

Tabla 12. Resultado de límites de Atterberg de C – 01.

Muestra	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
C-01	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

OE2: Determinar la influencia que tienen las cenizas de cáscara trigo y cebada en la compactación de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021.

Proctor Modificado ASTM D 1557.

Para la aplicación de esta prueba se tiene en cuenta el método A, mediante el método anterior se determinó el contenido de humedad en relación a su densidad seca; así también se obtuvo la curvatura de compactación. Se realizaron 4 especímenes utilizando aproximadamente 2.5 kg de muestra. Durante este proceso de compactación se van anotando los pesos del molde y plato que se usa como base. Cada espécimen se coloca en los moldes y se compactan con 5 capas para lo cual debe tener uniformidad para luego nivelarlo con el pisón de 10 libras y con 18" de caída libre evitando así que esté esponjoso. El presente ensayo se realizó con la muestra de suelo de la calicata C-01 en estado natural y con las adiciones de la ceniza de cáscara de cebada, y la ceniza de cáscara de trigo, empleando para cada material seleccionado dosificaciones 3%, 6%, 9%, 12% y 15%.

Tabla 13. Resultado de compactación - Proctor Modificado de C – 01 + % de CCC

Muestra	Identificación	Humedad Óptima (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm³)
C – 01	Estado natural	12.6	1.886
C – 01	SN + 3% de CCC	13.1	1.865
C – 01	SN + 6% de CCC	12.7	1.830
C – 01	SN + 9% de CCC	12.2	1.813
C - 03	SN + 12% de CCC	11.4	1.866
C - 03	SN + 15% de CCC	10.8	1.853

Fuente: Elaboración propia

En relación a la tabla 13 se aprecian los resultados del ensayo de Proctor Modificado de la muestra de la calicata C–01 en estado natural, los cuales determinaron un máximo contenido de humedad de 12.6%, así como también su máxima densidad seca es de 1.886 gr/cm³, del mismo modo podemos ver los resultados de la mezcla del suelo natural de la calicata C – 01 con los diferentes porcentajes de adición: al adicionar 3% de CCC indicó que su OCH es 13.1% y su MDS es 1.865 gr/cm³; con la adición del 6% CCC señaló que su OCH es 12.7% y su MDS es 1.830 gr/cm³; con la adición del 9% de CCC arrojó que su OCH es 12.2% y su MDS es 1.813gr/cm³; las siguientes adiciones respecto a la muestra de la calicata C – 03 con la adición del 12% de CCC dio 11.4% de OCH y 1.866 gr/cm³ de MDS y en la última dosificación del 15% de CCC marcó 10.8% de OCH y 1.853 gr/cm³ como MDS.

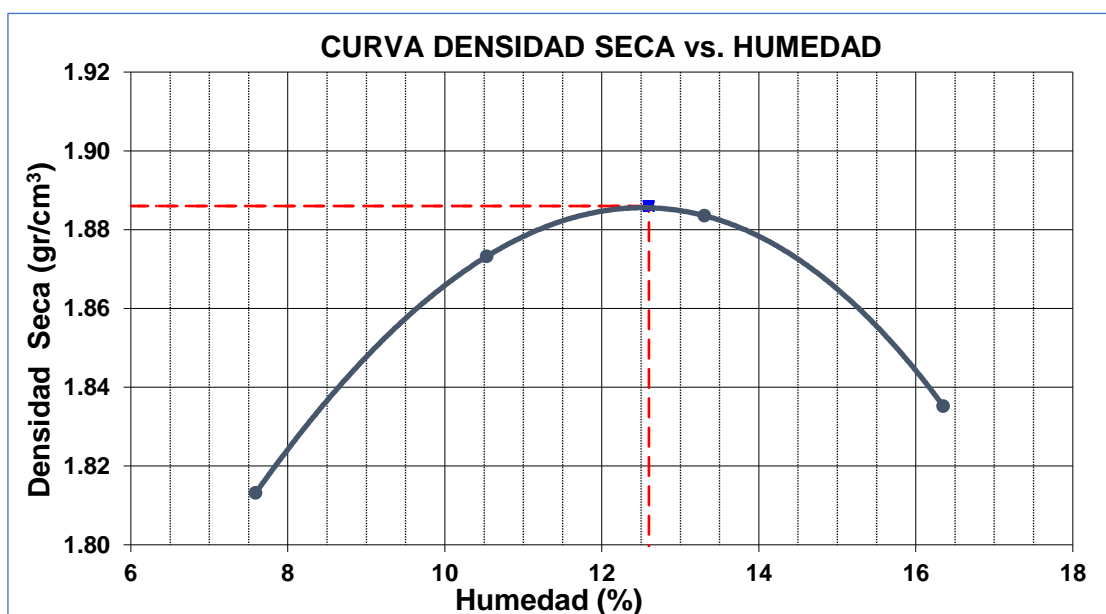


Figura 21. Diagrama de la relación MDS – OCH de la muestra C – 01 suelo natural

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

De acuerdo a la figura 21 se puede visualizar la curva de la MDS en relación al OCH de la muestra C – 01 en estado de suelo natural sin aditivo alguno, los valores alcanzados para la máxima densidad seca 1.886 gr/cm³, y para el contenido de humedad óptimo de 12.6%.

Tabla 14. Resultados de la compactación–Proctor Modificado de C-01+% de CCT.

Muestra	Identificación	Humedad Óptima (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)
C – 01	Estado natural	12.6	1.886
C – 01	SN + 3% de CCT	12.8	1.872
C – 01	SN + 6% de CCT	12.6	1.881
C – 01	SN + 9% de CCT	12.4	1.857
C – 03	SN + 12% de CCT	12.3	1.860
C - 03	SN + 15% de CCT	12.0	1.850

Fuente: Elaboración propia

En relación a la tabla 14 se aprecian los resultados del ensayo de Proctor Modificado realizado al suelo de la muestra de la calicata C – 01 en estado natural los cuales determinaron 12.6% como óptimo contenido de humedad, y su máxima densidad seca es de 1.886 gr/cm³, del mismo modo podemos hacer la lectura de resultados de la mezcla del suelo natural de la calicata C – 01 con los diferentes porcentajes de adición: al adicionar 3% de CCT indicó que su OCH es 12.8% y su MDS es 1.872 gr/cm³ ; con la adición del 6% CCT señaló que su OCH es 12.6% y su MDS es 1.881 gr/cm³; con la adición del 9% de CCT arrojó que su OCH es 12.4% y su MDS es 1.857gr/cm³; las siguientes adiciones se realizaron a la muestra de la calicata C – 03 con la adición del 12% de CCT dio 12.3% de OCH y 1.860 gr/cm³ de MDS y en la última dosificación del 15% de CCT marcó 12.0% de OCH y 1.850 gr/cm³ como MDS.

OE3: Determinar los efectos de las cenizas de cáscara trigo y cebada en la resistencia de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021.

California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883.

Esta prueba consiste en determinar la capacidad portante del suelo, a fin de ser utilizado para la subrasante para pavimento flexible. Luego de haber determinado la MSD y el OCH por medio del ensayo Proctor Modificado se comienza a agregar agua a las muestras de los tres moldes para seguidamente compactarlo en 3 capas por cada espécimen siendo las energías de compactación 10, 25 y 56 golpes para este procedimiento se utilizó un pisón de 10 libras con una caída de 18". Posteriormente se enrasan los moldes y se sumergen en agua colocando la placa y el vástago durante 4 días registrando diariamente las medidas con un extensiómetro. Por último, se aplican las cargas respectivas a cada molde con el pisón de penetración tomando las lecturas de curvas. El ensayo fue analizado en la calicata C – 01 con la muestra en estado natural.



Figura 22. Ensayo CBR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resultado del ensayo CBR en estado natural de la muestra C – 01.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C - 01	SN	0.1"	31.4%	19.6%
C - 01	SN	0.2"	42.3%	26.3%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 15 se consiguieron los resultados del ensayo CBR de la muestra C – 01 en estado natural sin aditivo alguno, en el cual determinó que el CBR al 100% tuvo 31.4% para la penetración de 0.1" y 42.3% para una penetración de 0.2", de la misma manera se aprecia que el CBR al 95% determinó 19.6% para una penetración de 0.1" y 26.3% para una penetración de 0.2"; por lo tanto la muestra de suelo en estado natural es considerada adecuada para ser usada como subrasante, según lo establecido en el manual de carreteras MTC cuando el CBR es mayor a 20 se le considera subrasante muy buena.

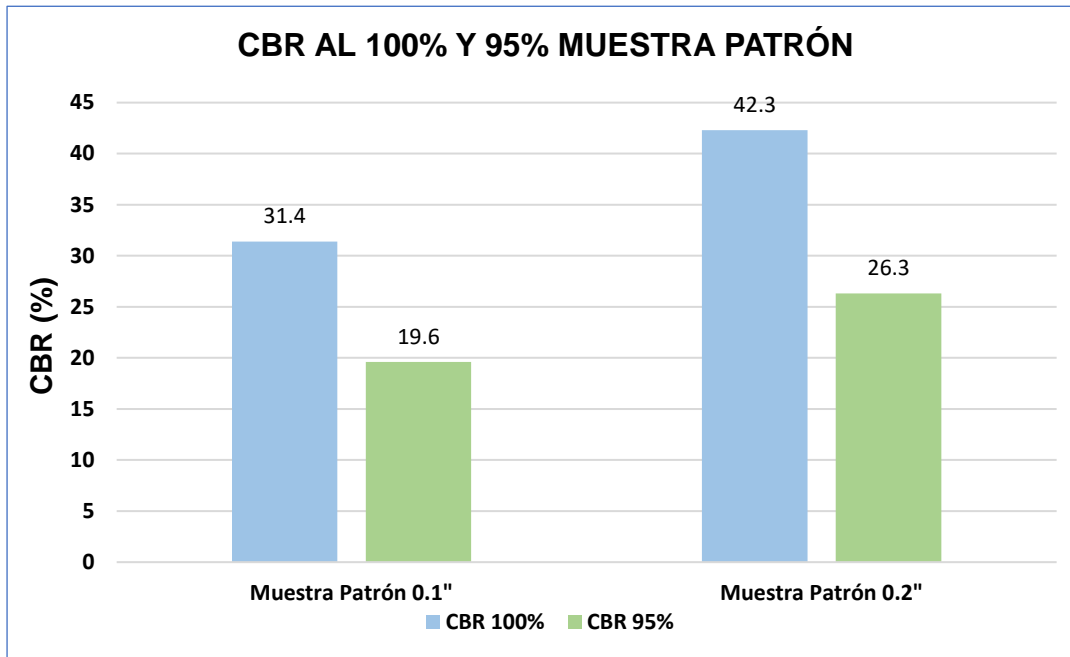


Figura 23. Resultados del CBR al 100% y 95% del suelo natural

Fuente: Elaboración propia

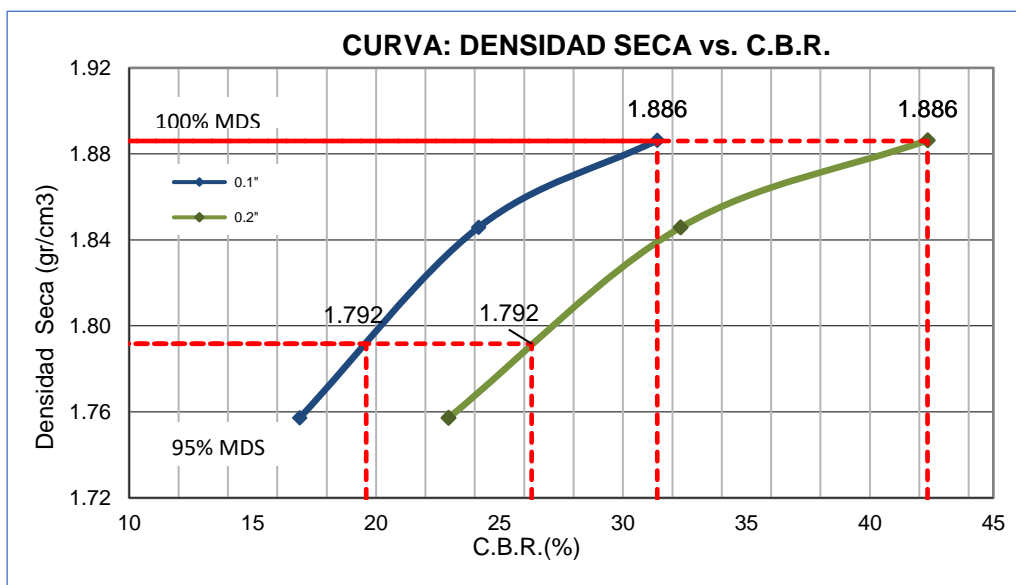


Figura 24. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C-01 en estado de suelo natural

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En relación a la figura 24 nos muestra la curvatura de la relación del CBR en razón con la densidad seca de la muestra C – 01 en estado natural sin el uso de aditivos; se determinó que la MDS para el CBR al 100% es 1.886 gr/cm³, 31.4% y 19.6% de CBR en cuanto a la penetración 0.1", por otro lado, para el CBR al 95% se determinó que la MDS es 1.792 gr/cm³, 42.3% y 26.3% de CBR para la penetración de 0.2".

Al CBR de la muestra en estado natural se adicionaron cenizas de cáscara de trigo y cebada por separado en 5 distintos porcentajes: 3%, 6%, 9%, 12% y 15% respectivamente.

Tabla 16. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 3% de CCC.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C - 01	SN + 3% de CCC	0.1"	33.3%	20.1%
C - 01	SN + 3% de CCC	0.2"	45.3%	27.0%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 encontramos el resultado del ensayo CBR de la muestra C– 01 aplicando una dosificación del 3% de CCC, en el cual determinó que el CBR al 100% tuvo 33.3% para la penetración de 0.1" y 45.3% para una penetración de 0.2", de la misma manera el CBR al 95% determinó 20.1% para una penetración de 0.1" y 27.0% para una penetración de 0.2"; por lo tanto la muestra de suelo con la adición del 3% de CCC es considerada adecuada para ser usada como subrasante, según lo establecido en el manual de carreteras MTC cuando el CBR >30 se le considera subrasante excelente tal como se observa en la figura 25.

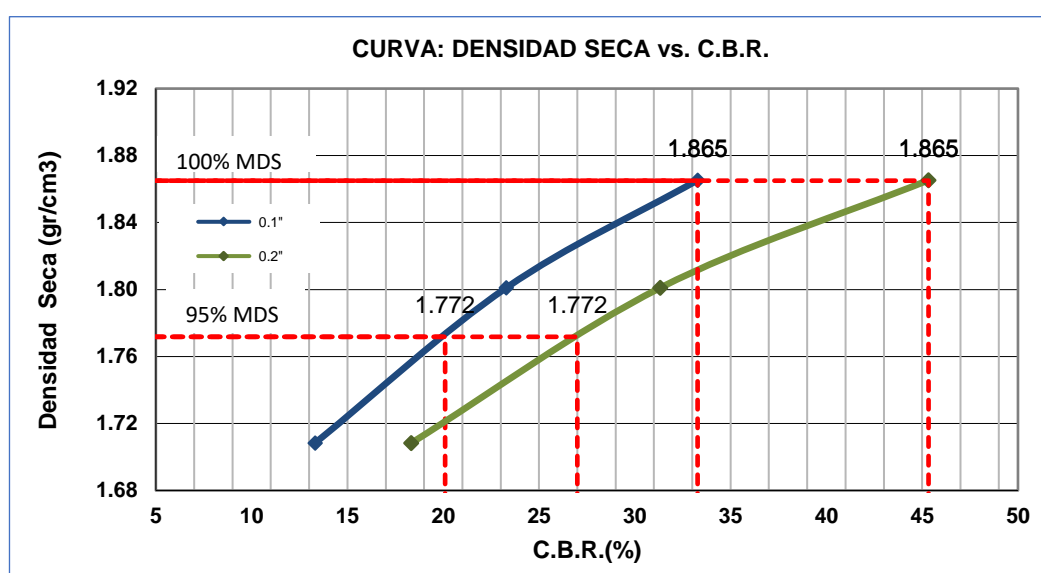


Figura 25. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 3% de CCC

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En la figura 25 podemos encontrar la curva de la relación del CBR en razón con la densidad seca de la muestra C – 01 + 3% de adición de CCC; al 100% la MDS es 1.865 gr/cm³, 33.3% y 20.1% de CBR para la penetración 0.1", por otro lado, para el CBR al 95% se determinó que la MDS es 1.772 gr/cm³, 45.3% y 27% de CBR para la penetración 0.2".

Tabla 17. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 3% de CCT.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C - 01	SN + 3% de CCT	0.1"	28.7%	15.7%
C - 01	SN + 3% de CCT	0.2"	37.7%	21.2%

Fuente: Elaboración propia

En razón a la tabla 17 se muestra el resultado del ensayo CBR de la muestra C–01 con la aplicación del 3% de ceniza de cáscara de trigo, se determinó que el CBR al 100% tuvo 28.7% para la penetración de 0.1" y 37.7% para una penetración de 0.2", del mismo modo el CBR al 95% determinó 15.7% para una penetración de 0.1" y 21.2% para una penetración de 0.2"; en consecuencia con ampliación del 3% de cenizas de cáscara de trigo (CCT) es considerada adecuada para ser usada como subrasante, según lo establecido en el manual de carreteras MTC cuando el CBR es mayor a 30 se le considera subrasante excelente.

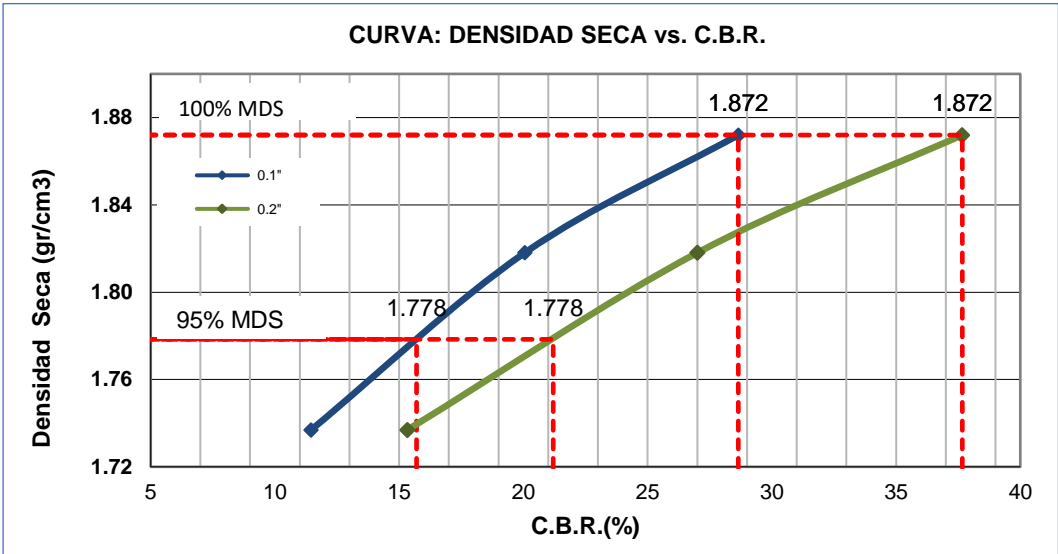


Figura 26. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 3% de CCT

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En la figura 26 demuestra que la curvatura de la relación del CBR en razón con la densidad seca de la muestra C – 01 + 3% de adición de CCT; al 100% la MDS es 1.872 gr/cm³, 28.7% y 15.7% de CBR para la penetración 0.1", por otro lado, para el CBR al 95% se determinó que la MDS es 1.778 gr/cm³, 37.7% y 21.2% de CBR para la penetración 0.2".

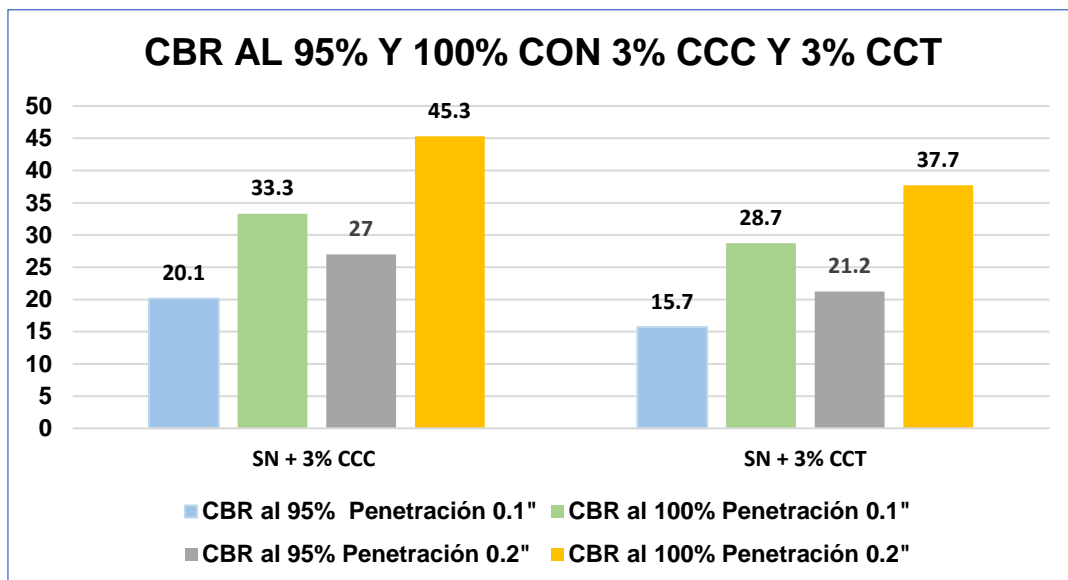


Figura 27. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 3% CCC y 3% CCT

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 6% de CCC.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C – 01	SN + 6% de CCC	0.1"	34.2%	21.5%
C – 01	SN + 6% de CCC	0.2"	46.3%	29.2%

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla 18 podemos visualizar el resultado del ensayo CBR de la muestra C – 01 con la incorporación del 6% de ceniza de cáscara de cebada, determinó que el CBR al 100% tuvo 34.2% para la penetración de 0.1" y 46.3% para una penetración de 0.2", de la misma manera se aprecia que el CBR al 95% determinó 21.5% para una penetración de 0.1" y 29.2% para una penetración de 0.2"; por lo tanto la muestra de suelo con adición del 6% de cenizas de cáscara de cebada (CCC) es considerada adecuada para ser usada como subrasante, según

lo establecido en el manual de carreteras MTC cuando el CBR es mayor a 30 se considera subrasante excelente.

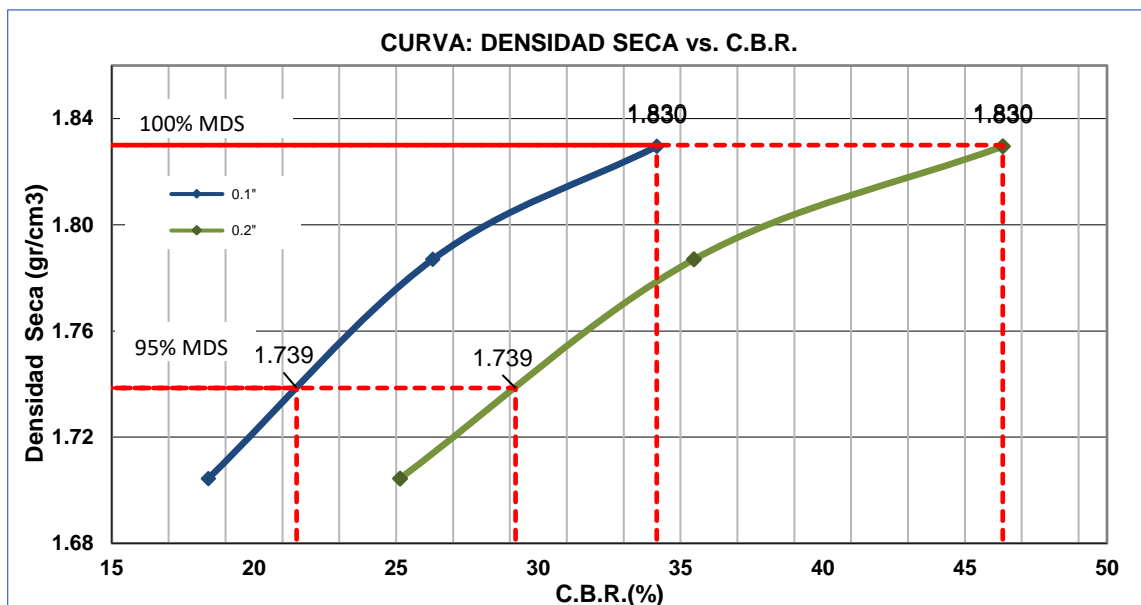


Figura 28. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 6% de CCC

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En la figura 28 se visualiza la curvatura de la relación del CBR en razón con la densidad seca de la muestra C – 01 + 6% de adición de CCC; al 100% la MDS es 1.830 gr/cm³, 34.2% y 21.5% de CBR para la penetración 0.1", por otro lado, para el CBR al 95% se determinó que la MDS es 1.739 gr/cm³, 46.3% y 29.2% de CBR para la penetración 0.2".

Tabla 19. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 6% de CCT.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C - 01	SN + 6% de CCT	0.1"	33.1%	22.9%
C - 01	SN + 6% de CCT	0.2"	44.2%	30.9%

Fuente: Elaboración propia

En referencia a la tabla 19 se aprecia que el CBR de la muestra C–01 con la incorporación del 6% de ceniza de cáscara de trigo determinó que el CBR al 100% tuvo 33.1% para la penetración de 0.1", y 44.2% para una penetración de 0.2", de la misma forma se aprecia que el CBR al 95% determinó 22.9% para una penetración de 0.1", y 30.9% para una penetración de 0.2"; por lo tanto la muestra

de suelo con adición del 6% de cenizas de cáscara de trigo (CCT) es considerada adecuada para ser usada como subrasante, según lo establecido en el manual de carreteras MTC cuando el CBR >30 se le considera subrasante excelente.

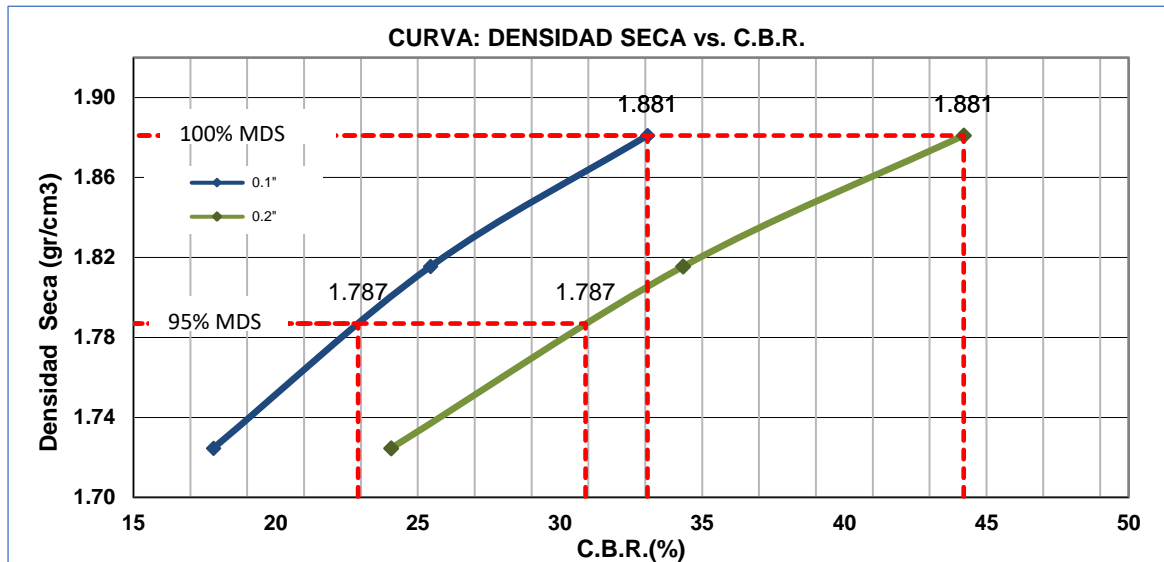


Figura 29. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 6% de CCT

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En la figura 29 podemos apreciar la curvatura de la relación del CBR en razón con la densidad seca de la muestra C – 01 + 6% de adición de CCT; al 100% la MDS es 1.881 gr/cm³, 33.1% y 22.9% de CBR para la penetración 0.1", por otro lado, para el CBR al 95% se determinó que la MDS es 1.787 gr/cm³, 44.2% y 30.9% de CBR para la penetración 0.2".

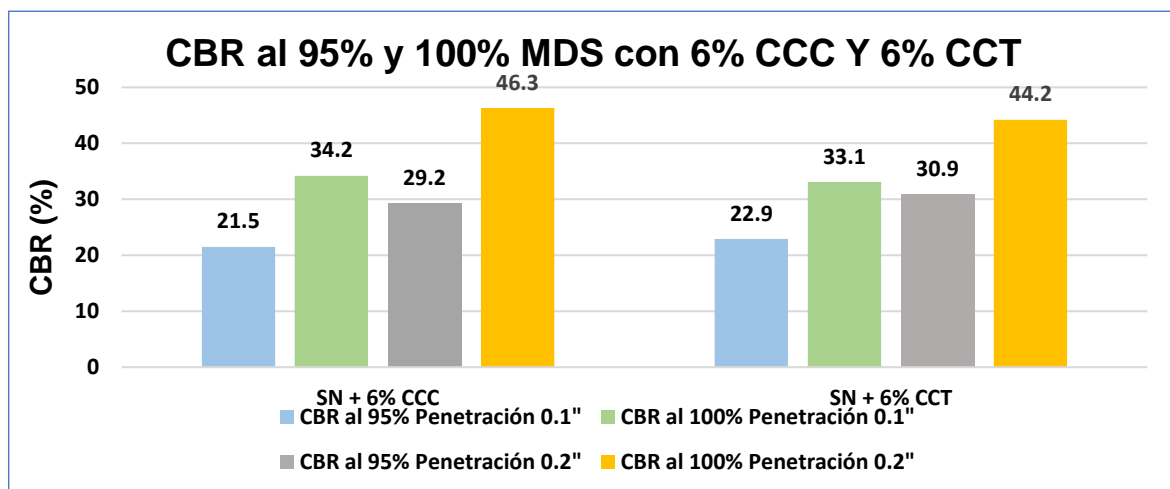


Figura 30. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 6% CCC y 6% CCT

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 9% de CCC.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C – 01	SN + 9% de CCC	0.1"	35.3%	20.1%
C – 01	SN + 9% de CCC	0.2"	46.0%	26.5%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 20 se evidencia como resultado del ensayo CBR de la muestra C – 01 con la adición del 9% de ceniza de cáscara de cebada, en el cual determinó que el CBR al 100% tuvo 25.9% para la penetración de 0.1" y 35.5% para una penetración de 0.2", de la misma manera se evidencia que el CBR al 95% determinó 16.4% para una penetración de 0.1" y 22.9% para una penetración de 0.2"; por lo tanto la muestra de suelo con adición del 9% de cenizas de cáscara de cebada (CCC) es considerada adecuada cuando el CBR es mayor a 30 para ser usada en la subrasante.

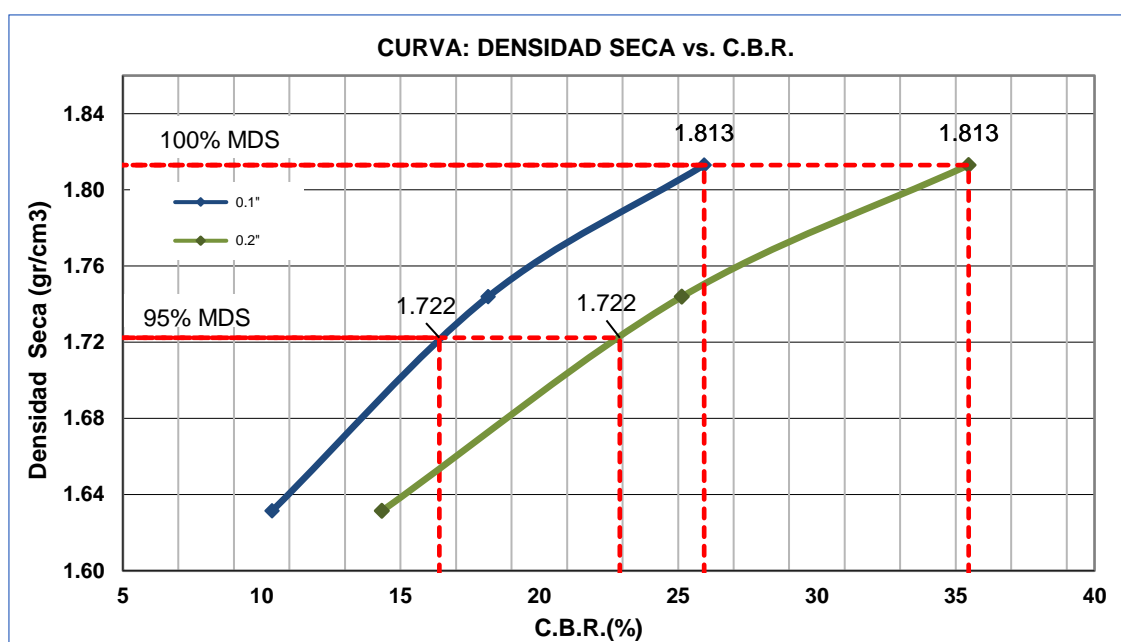


Figura 31. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 9% de CCC

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En la figura 31 podemos se visualiza la curvatura de la relación del CBR en razón con la densidad seca de la muestra C – 01 + 9% de adición de CCC; al 100% la MDS es 1.813 gr/cm³, 25.9% y 16.4% de CBR para la penetración 0.1", por otro

lado, para el CBR al 95% se determinó que la MDS es 1.722 gr/cm³, 35.5% y 22.9% de CBR para la penetración 0.2”.

Tabla 21. Resultado del ensayo CBR de la C – 01 + 9% de CCT

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C - 01	SN + 9% de CCT	0.1"	34.2%	19.1%
C - 01	SN + 9% de CCT	0.2"	45.0%	25.3%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 21 se puede evidenciar el resultado del ensayo CBR de la muestra C – 01 con la adición del 9% de ceniza de cáscara de trigo, en el cual determinó que el CBR al 100% tuvo 21.8% para la penetración de 0.1" y 28.9% para una penetración de 0.2", de la misma manera se logra apreciar que el CBR al 95% determinó 13.7% para una penetración de 0.1" y 18.4% para una penetración de 0.2"; por lo tanto la muestra de suelo con adición del 9% de cenizas de cáscara de trigo (CCT) resulta óptima cuando el CBR es mayor a 20, estando de acuerdo a los parámetros establecidos en el manual de carreteras MTC.

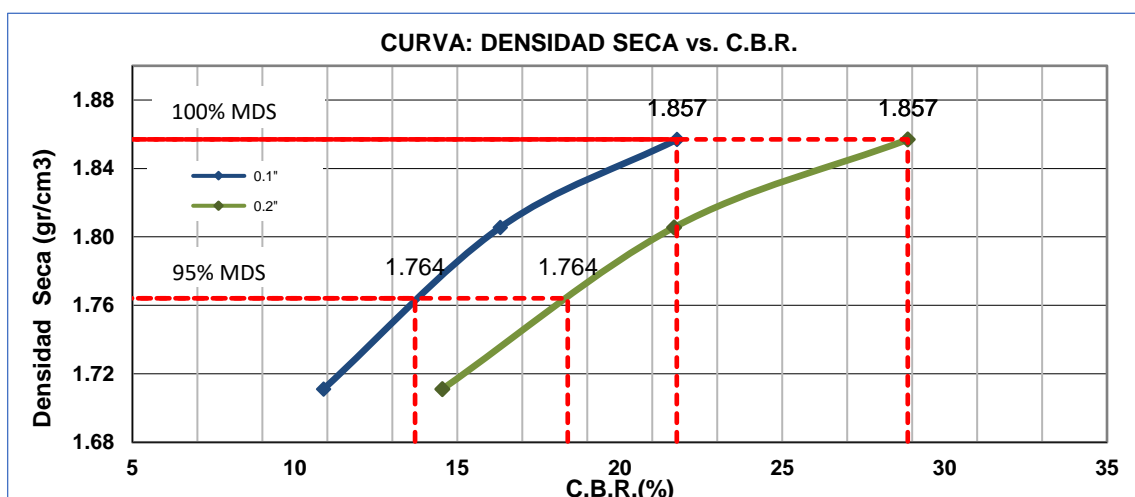


Figura 32. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 01 + 9% de CCT

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En la figura 32 se aprecia la curvatura de la relación del CBR en razón con la densidad seca de la muestra C – 01 + 9% de adición de CCT; al 100% la MDS es

1.857 gr/cm³, 21.8% y 13.7% de CBR para la penetración 0.1", por otro lado, para el CBR al 95% se determinó que la MDS es 1.764 gr/cm³, 28.9% y 18.4% de CBR para la penetración 0.2".

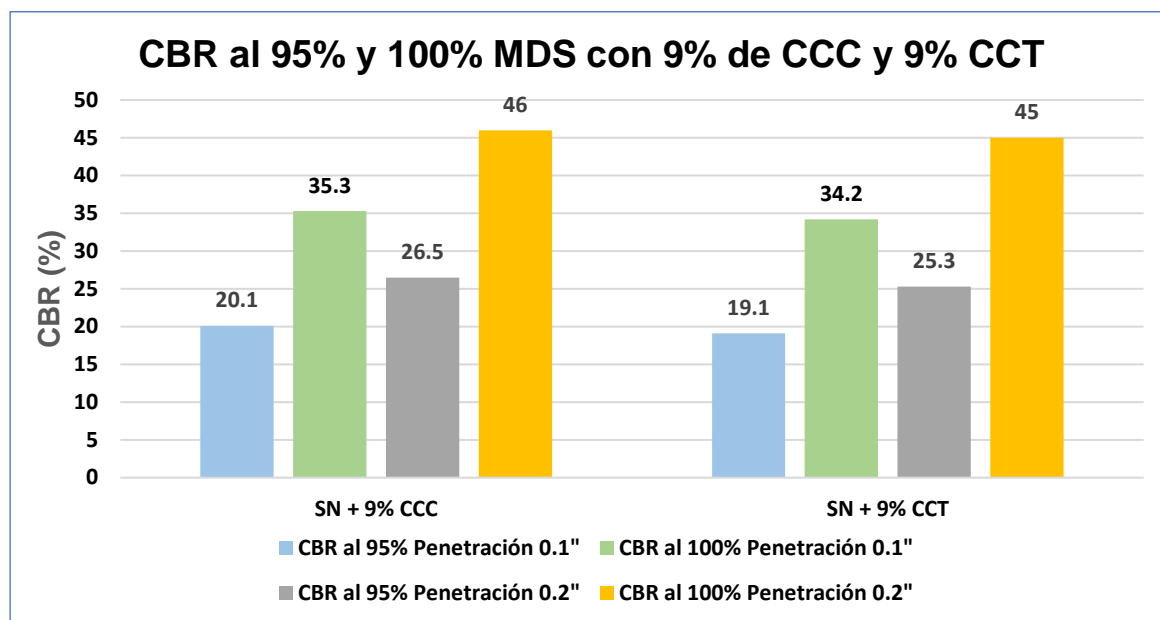


Figura 33. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 9% CCC y 9% CCT

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Resultado del ensayo CBR de la C – 03 + 12% de CCC.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C – 03	SN + 12% de CCC	0.1"	32.8%	19.3%
C – 03	SN + 12% de CCC	0.2"	43.7%	25.8%

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia en la tabla 22 el resultado del ensayo CBR de la muestra C – 03 con la adición del 12% de CCC, en el cual determinó que el CBR al 100% tuvo 32.8% para la penetración de 0.1" y 43.7% para una penetración de 0.2", de la misma manera se aprecia que el CBR al 95% determinó 19.3% para una penetración de 0.1" y 25.8% para una penetración de 0.2"; por lo tanto la muestra de suelo con adición del 12% de cenizas de cáscara de cebada (CCC) es considerada óptima.

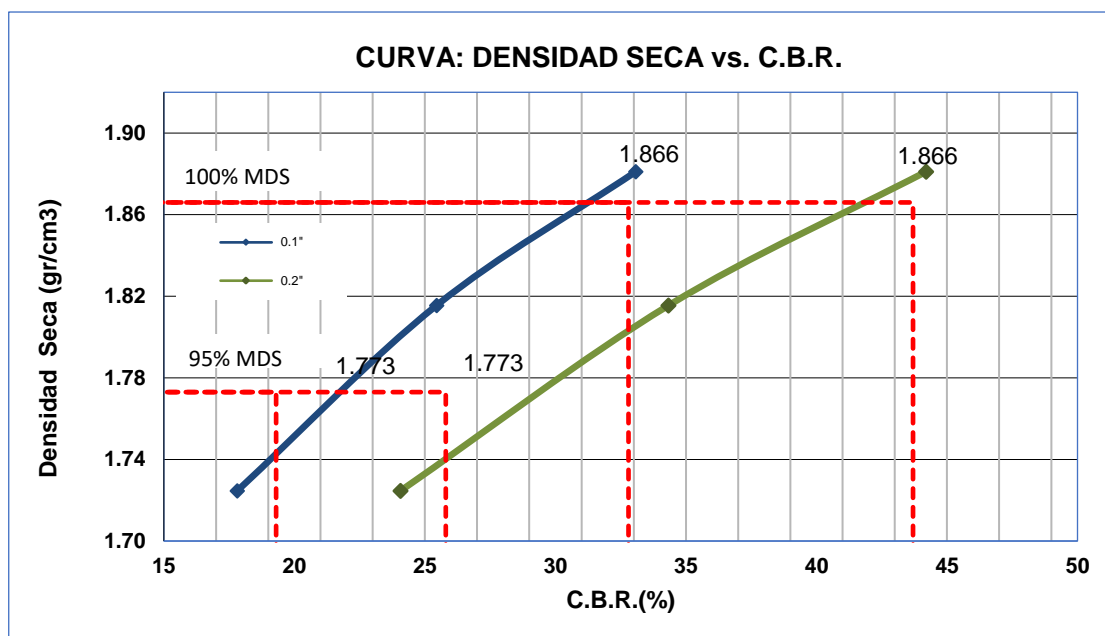


Figura 34. Diagrama del ensayo CBR de la muestra C – 03 + 12% de CCC

Fuente: Laboratorio Geotécnico Suelos JCH S.A.C

En la figura 34 podemos encontrar la curva de la relación del CBR en razón con la densidad seca de la muestra C – 01 + 12% de adición de CCC; al 100% la MDS es 1.866 gr/cm³, 32.8% y 19.3% de CBR para la penetración 0.1", por otro lado, para el CBR al 95% se determinó que la MDS es 1.773 gr/cm³, 43.7% y 25.8% de CBR para la penetración 0.2".

Tabla 23. Resultado del ensayo CBR de la C – 03 + 12% de CCT.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C - 03	SN + 12% de CCT	0.1"	31.9%	17.4%
C - 03	SN + 12% de CCT	0.2"	42.0%	23.0%

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia en la tabla 23 el resultado del ensayo CBR de la muestra C–03 con la adición del 12% de ceniza de cáscara de trigo, en el cual determinó que el CBR al 100% tuvo 31.9% para la penetración de 0.1" y 42% para una penetración de 0.2", de la misma manera se observa que el CBR al 95% determinó 17.4% para una penetración de 0.1" y 23% para una penetración de 0.2"; por lo tanto, con la incorporación del 12% de CCT es considerada óptima.

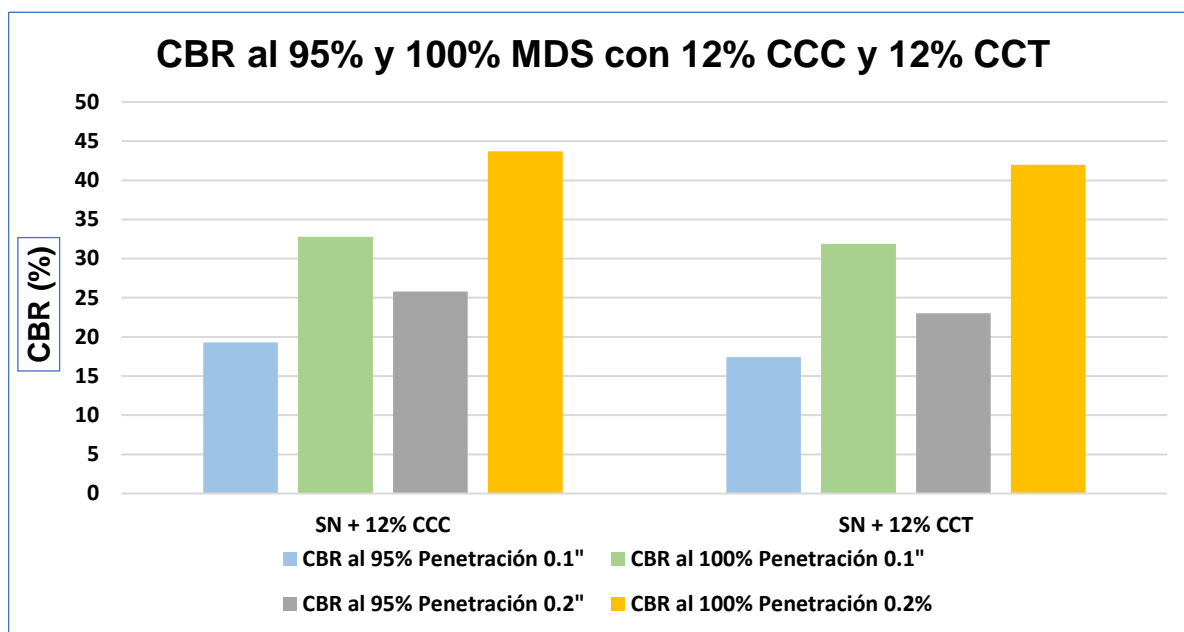


Figura 35. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 12% CCC y 12% CCT

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Resultado del ensayo CBR de la C – 03 + 15% de CCC.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C – 03	SN + 15% de CCC	0.1"	31.6%	18.9%
C – 03	SN + 15% de CCC	0.2"	41.7%	25.3%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 24 se aprecia el resultado del ensayo CBR de la muestra C – 03 con la adición del 15% de CCC, en el cual determinó que el CBR al 100% tuvo 31.6% para la penetración de 0.1" y 41.7% para una penetración de 0.2", de la misma forma se evidencia que el CBR al 95% determinó 18.9% para una penetración de 0.1" y 25.3% para una penetración de 0.2"; por lo tanto con la adición del 9% de cenizas de cáscara de cebada (CCC) es considerada adecuada para ser usada en la subrasante.

Tabla 25. Resultado del ensayo CBR de la C – 03 + 15% de CCT.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100%	CBR al 95%
C - 03	SN + 15% de CCT	0.1"	30%	17.3%
C - 03	SN + 15% de CCT	0.2"	39.5%	22.4%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 25 da a conocer el resultado del ensayo CBR de la muestra C – 03 con la adición del 15% de ceniza de cáscara de trigo, determinó que el CBR al 100% tuvo 30% para la penetración de 0.1" y 39.5% para una penetración de 0.2", de la misma manera se observa que el CBR al 95% determinó 17.3% para una penetración de 0.1" y 22.4 para una penetración de 0.2"; por lo tanto, la muestra de suelo con adición del 15% de CCT es considerada apta para ser usada en la subrasante.

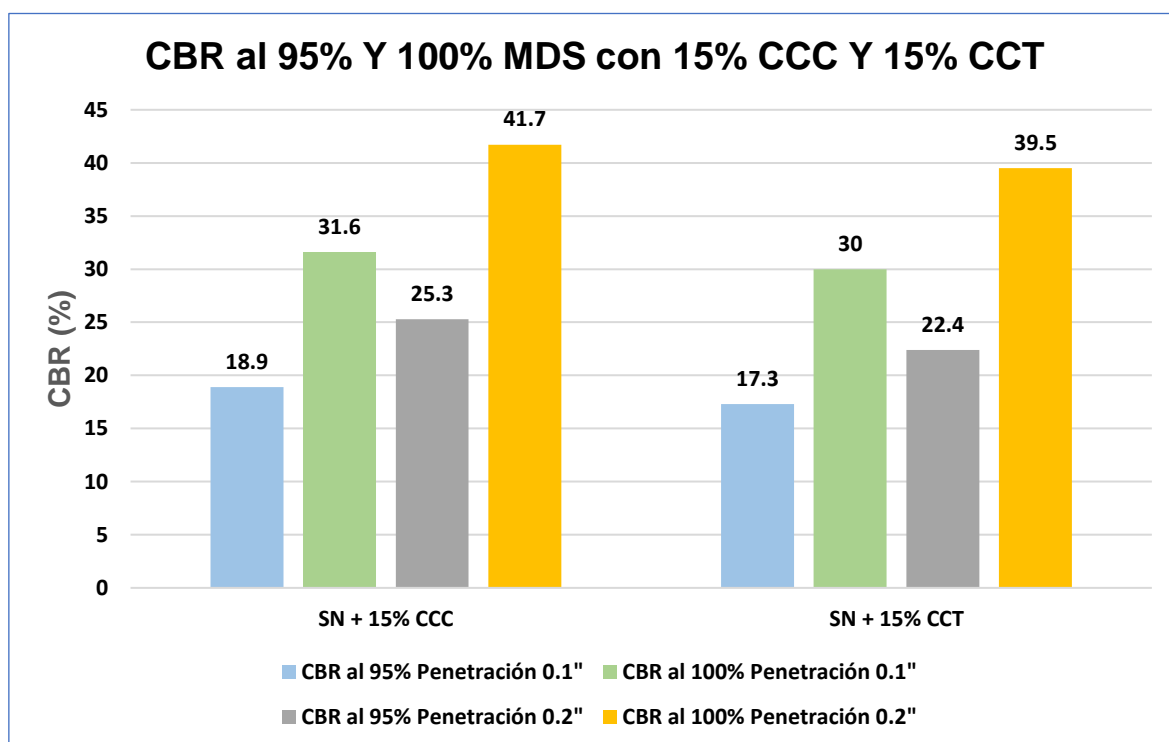


Figura 36. Gráfico de los resultados CBR al 95% y 100% con 15% CCC y 15% CCT

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Resumen de los resultados CBR + % de adición de CCC.

Ensayo de CBR	CBR al 100%		CBR al 95%	
	Penetración 0.1"	Penetración 0.2"	Penetración 0.1"	Penetración 0.2"
Condición de la muestra				
C-01 Suelo natural	31.4%	42.3%	19.6%	26.3%
C-01 + 3% de CCC	33.3%	45.3%	20.1%	27.0%
C-01 + 6% de CCC	34.2%	46.3%	21.5%	29.2%
C-01 + 9% de CCC	35.3%	46.0%	20.1%	26.5%
C-03 +12% de CCC	32.8%	43.7%	19.3%	25.8%
C-03 +15% de CCC	31.6%	41.7%	18.9%	25.3%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 26 da a conocer los resultados de los ensayos CBR donde los valores mostrados están relacionados a la dimensión de penetración con el porcentaje de CBR; en la muestra tomada el CBR al 100% con penetración 0.1" dio un valor CBR de 31.4%, asimismo con penetración 0.2" dio un valor CBR de 42.3%, de la misma manera el CBR al 95% con penetración 0.1" dio un valor CBR de 19.6%, asimismo con penetración 0.2" dio un valor CBR de 26.3%. En lo que refiere a la dosificación C – 01 + 3% de adición de CCC el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR de 33.3%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 45.3%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 20.1%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 27.0%; la dosificación C – 01 + 6% de adición de CCC el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR de 34.2% asimismo con 0.2" dio un CBR de 46.3%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 21.5%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 29.2%; en la dosificación C – 01 + 9% de adición de CCC el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR 25.9%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 35.5%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 16.4%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 22.9%; en la dosificación C – 03 + 12% de adición de CCC el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR 32.8%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 43.7%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 19.3%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 25.8% y por último en la dosificación C – 03 + 15% de adición de CCC el CBR al 100% con

0.1" dio un CBR 31.6%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 41.7%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 18.9%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 25.3%.

Tabla 27. Resumen de los resultados CBR + % de adición de CCT.

Ensayo de CBR	CBR al 100%		CBR al 95%	
	Penetración- 0.1"	Penetración- 0.2"	Penetración- 0.1"	Penetración- 0.2"
Condición de la muestra				
C-01 Suelo natural	31.4%	42.3%	19.6%	26.3%
C-01 + 3% de CCT	28.7%	37.7%	15.7%	21.2%
C-01 + 6% de CCT	33.1%	44.2%	22.9%	30.9%
C-01 + 9% de CCT	34.2%	45.0%	19.1%	25.3%
C-03 + 12% de CCT	31.9%	42.0%	17.4%	23.0%
C-03 + 15% de CCT	30.0%	39.5%	17.3%	22.4%

Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo a la tabla 27 se evidencia los resultados de los ensayos CBR donde los valores mostrados están relacionados a la dimensión de penetración con el porcentaje de CBR; en la muestra el CBR en suelo en estado natural al 100% con penetración 0.1" dio un valor CBR de 31.4%, asimismo con penetración 0.2" dio un valor CBR de 42.3%, de la misma manera el CBR al 95% con penetración 0.1" dio un valor CBR de 19.6%, asimismo con penetración 0.2" dio un valor CBR de 26.3%. En lo que refiere a la dosificación C – 01 + 3% de adición de CCT el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR de 28.7%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 37.7%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 15.7%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 21.2%; la dosificación C – 01 + 6% de adición de CCT el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR de 33.1% asimismo con 0.2" dio un CBR de 44.2%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 22.9%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 30.9%; en la dosificación C – 01 + 9% de adición de CCT el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR 21.8%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 28.9%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 13.7%, asimismo con 0.2"

dio un CBR de 18.4%; en la dosificación C – 03 + 12% de adición de CCC el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR 31.9%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 42.0%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 17.4%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 23.0% y por último en la dosificación C – 03 + 15% de adición de CCC el CBR al 100% con 0.1" dio un CBR 30%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 39.5%, de la misma manera el CBR al 95% con 0.1" dio un CBR de 17.3%, asimismo con 0.2" dio un CBR de 22.4%.

OE4: Determinar la influencia en la dosificación de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021

De acuerdo a los ensayos de Proctor Modificado y CBR se pudo apreciar como influyen las dosificaciones de CCC y CCT en la mejora de las propiedades mecánicas de un suelo arena limosa.

Tabla 28. Resumen de los resultados de MDS y OCH c/s adición de % de CCC.

Muestras	Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	Humedad Óptima (%)
Suelo Natural	1.886	12.6
SN + 3% de CCC	1.865	13.1
SN + 6% de CCC	1.830	12.7
SN + 9% de CCC	1.813	12.2
SN + 12% de CCC	1.866	11.4
SN + 15% de CCC	1.853	10.8

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 28 podemos percibir que la muestra de suelo natural sin aditivo alguno tuvo 1.886 gr/cm³ de MDS y 12.6% de OCH; para la muestra SN + 3% de CCC tuvo 1.865 gr/cm³, y 13.1% de OCH; para la muestra SN + 6% de CCC tuvo 1.830 gr/cm³ y 12.7% de OCH; para la muestra SN + 9% de CCC tuvo 1.813 gr/cm³ y 12.2% de OCH; para la muestra SN + 12% de CCC tuvo 1.866 gr/cm³, y 11.4% de OCH y para la muestra SN + 15% de CCC tuvo 1.853 gr/cm³ y 10.8% de OCH.

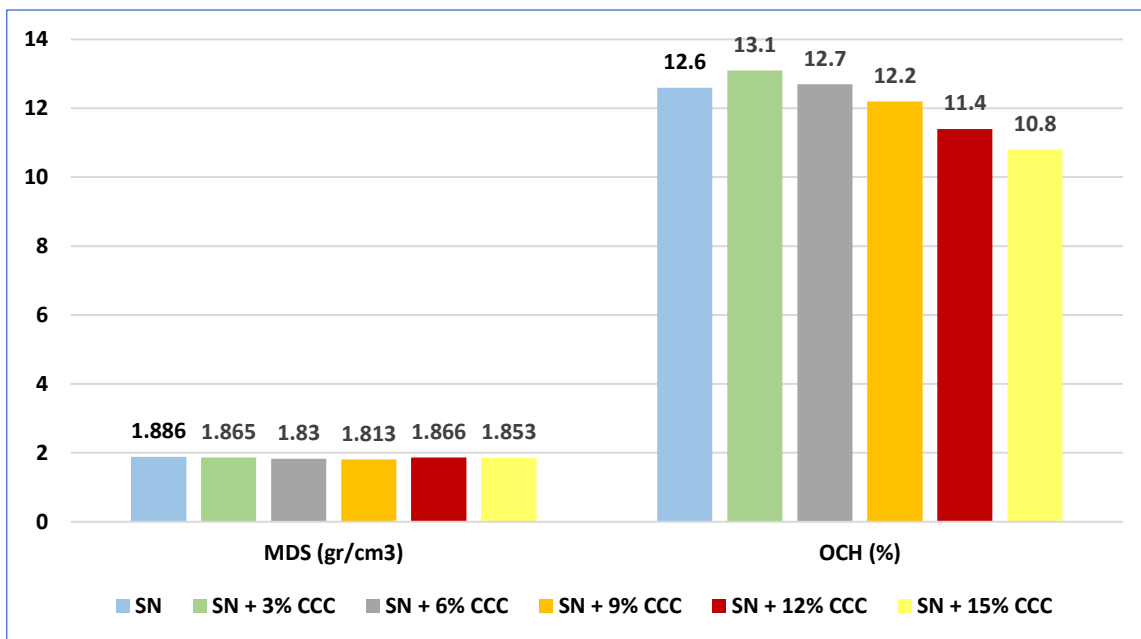


Figura 37. Gráfico de resumen de MDS y OCH c/s adición de CCT.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Resumen de los resultados de MDS y OCH c/s adición de % de CCT.

Muestras	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Humedad Óptima (%)
Suelo Natural	1.886	12.6
SN + 3% de CCT	1.872	12.8
SN + 6% de CCT	1.881	12.6
SN + 9% de CCT	1.857	12.4
SN + 12% de CCT	1.860	12.3
SN + 15% de CCT	1.850	12.0

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 29 podemos percibir que la muestra de suelo natural sin aditivo alguno tuvo 1.886 gr/cm³ de MDS, y 12.6% de OCH; para la muestra SN+3% de CCT tuvo 1.872 gr/cm³ y 12.8% de OCH; para la muestra SN+6% de CCT tuvo 1.881gr/cm³ y 12.6% de OCH; para la muestra SN+9% de CCT tuvo 1.857 gr/cm³, y 12.4% de OCH; para la muestra SN+12% de CCT tuvo 1.860 gr/cm³, y 12.3% de OCH y para la muestra SN+15% de CCT tuvo 1.850 gr/cm³, y 12% de OCH.

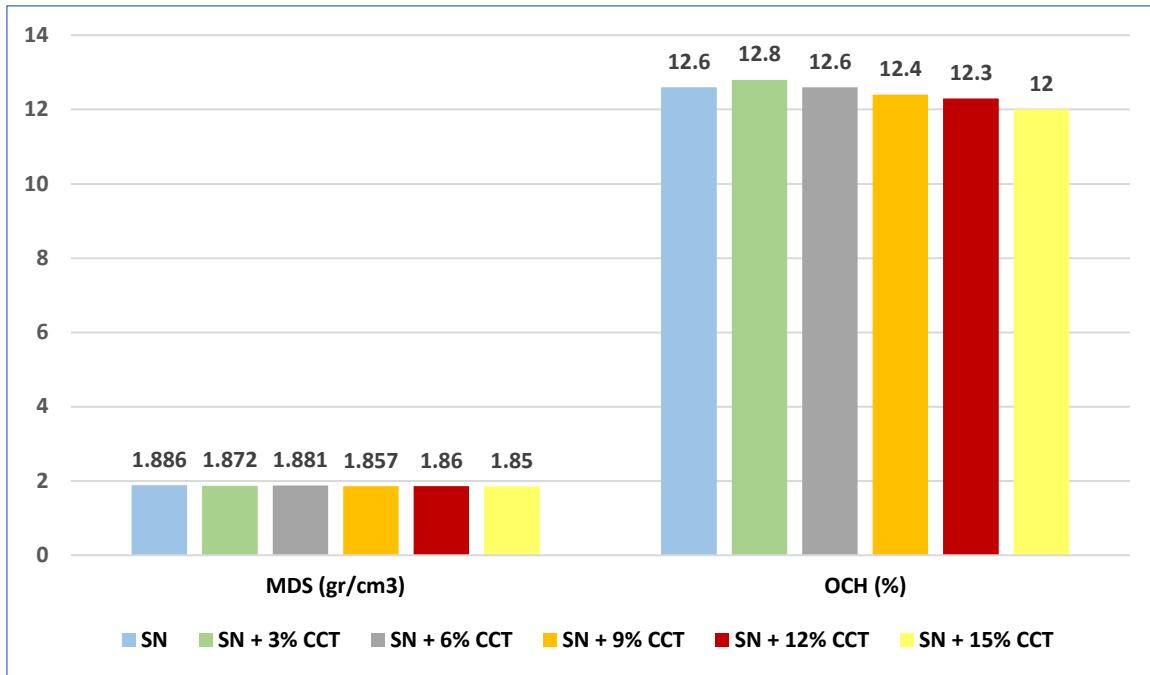


Figura 38. Gráfico de resumen de MDS y OCH c/s adición de CCT

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Resumen de los resultados CBR c/s adición de % de CCC.

Muestra	Condición de la muestra	Penetración	CBR al 95%
C – 01	Suelo Natural	0.1"	19.6%
C – 01	SN + 3% CCC	0.1"	20.1%
C – 01	SN + 6% CCC	0.1"	21.5%
C – 01	SN + 9% CCC	0.1"	16.4%
C – 03	SN + 12% CCC	0.1"	19.3%
C – 03	SN + 15% CCC	0.1"	18.9%

Fuente: Elaboración propia

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Tabla 31. Contrastación de la hipótesis proctor modificado.

ANOVA					
Proctor Modificado					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,367	4	,15580	1,365	,052
Dentro de grupos	7,559	6	,851		
Total	9,926	10			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Contrastación de la hipótesis CBR.

ANOVA					
CBR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22,367	1	22,367	11,465	,008
Dentro de grupos	17,559	9	1,951		
Total	39,925	10			

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

OE1: Determinar los efectos de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la plasticidad de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021

(Cajaleón y Mondragon, 2018) en su tesis “Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz”, corroboraron el tipo de suelo en razón del SUCS en relación a los ensayos físicos logrando su clasificación como suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), asimismo los resultados de los límites de Atterberg determinaron que el límite líquido fue 25%, límite plástico 12% y el índice de plasticidad fue 13%.

A diferencia de Cajaleon y Mondragon en mi investigación los resultados respecto a las propiedades físicas partieron del ensayo granulométrico donde el material que pasó por el tamiz N° 200 es el 19.5% de finos y 80.5 de arena el cual es considerado como suelo arena limosa SM según SUCS y según la clasificación AASHTO es A – 2 – 4(0) de tal manera no presentó resultados de límites de Atterberg determinando así que es un suelo No Plástico.

Tabla 33. Comparación con Cajaleón y Mondragón (Plasticidad).

Límites de Atterberg	Cajaleón y Mondragon	Tesista
Límite Líquido	25%	NP
Límite Plástico	12%	NP
Índice de Plasticidad	13%	NP

Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo a la Tabla 33, los autores Cajaleón y Mondragón obtuvieron los siguientes resultados: LL 25%, LP 12% y como IP 13% de la muestra de suelo en estado natural y en esta investigación no se consideraron los ensayo de Límites de Atterberg por lo tanto existe discrepancia.

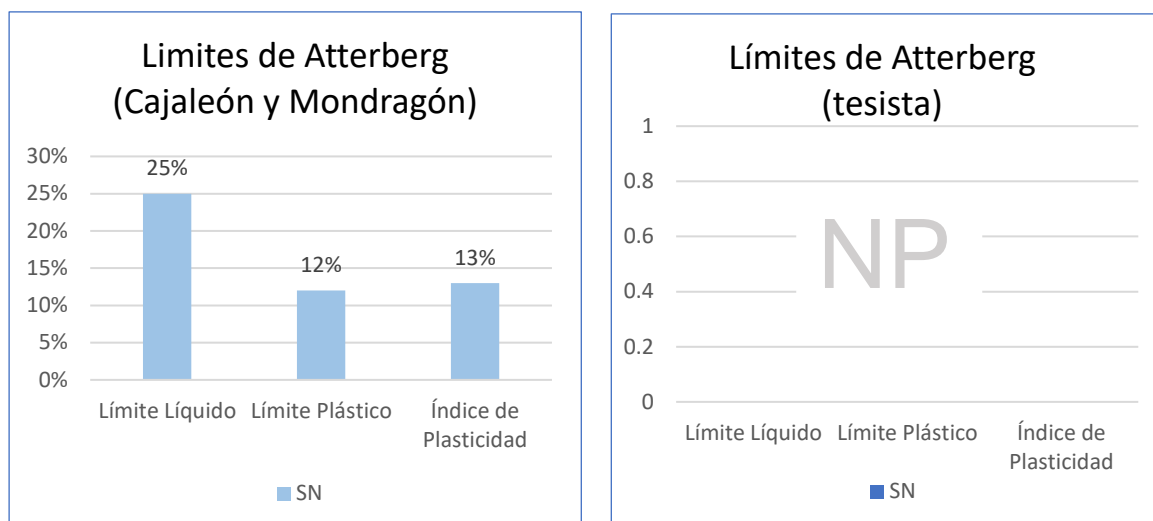


Figura 39. Gráfico de Comparación con Cajaleón y Mondragón

Fuente: Elaboración propia

OE2: Determinar la influencia que tienen las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la compactación de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021.

(Cañar, 2017) en su estudio “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón” después de clasificar el suelo como Arena Limosa (SM) según SUCS realizaron la compactación al suelo natural obteniendo como resultado del ensayo Proctor Modificado: MDS 1.550 gr/cm³ y OCH 13.40% asimismo para la muestra de suelo natural con sus respectivos % de adición: 20% CC tuvo como MDS 1.545 gr/cm³ y OCH 14.9%; 23% CC la MDS 1.550 gr/cm³ y OCH 15% y al 25% CC la MDS fue 1.550 gr/cm³ y OCH 16.1%.

Tabla 34. Resultados de Proctor Modificado (Cañar).

% de Dosificación de CC	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
0%	1.550	13.40
20%	1.545	14.9
23%	1.550	15
25%	1.550	16.1

Fuente: Elaboración propia

Respecto al ensayo de Proctor Modificado el cual estudia la compactación del suelo natural arrojó los siguientes resultados: MDS 1.886 gr/cm³, OCH 12.6%. Del mismo modo nos muestra los resultados de sus respectivos % de adición de CCC y CCT. Para las dosificaciones de CCC: 3% de adición la MDS fue 1.865 gr/cm³ y OCH 13.1%; 6% de adición la MDS fue 1.830 gr/cm³ y OCH 12.7%; 9% de adición la MDS fue 1.813 gr/cm³ y OCH 12.2%; 12% adición la MDS fue 1.866 gr/cm³ y OCH 11.4% y para el 15% de adición la MDS fue 1.853 gr/cm³ y OCH 10.8%. Para las dosificaciones de CCT: 3% de adición la MDS 1.872 gr/cm³ y OCH 12.8%; 6% de adición la MDS fue 1.881 gr/cm³ y OCH 12.6%; 9% de adición la MDS fue 1.857 gr/cm³ y OCH 12.4%; 12% de adición la MDS fue 1.860 gr/cm³ y OCH 12.3% y para el 15% de adición la MDS fue 1.850 gr/cm³ y 12% de OCH.

Tabla 35. Resultados de Proctor Modificado (Tesista).

Muestra	% dosificación	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
SN	0%	1.886	12.6
Ceniza de cáscara de cebada (CCC)	3%	1.865	13.1
	6%	1.830	12.7
	9%	1.813	12.2
	12%	1.866	11.4
	15%	1.853	10.8
Ceniza de cáscara de trigo (CCT)	3%	1.872	12.6
	6%	1.881	12.6
	9%	1.857	12.4
	12%	1.860	12.3
	15%	1.850	12

Fuente: *Elaboración propia*

Comparando ambas investigaciones podemos indicar que existe discrepancia ya que en los resultados de Cañar se ve un incremento a mayor porcentaje de dosificación en relación al OCH con respecto a la muestra sin aditivos; sin embargo, en el presente trabajo de investigación se refleja una disminución de los valores MDS y OCH a mayor porcentaje de dosificación tanto de CCC como de CCT.

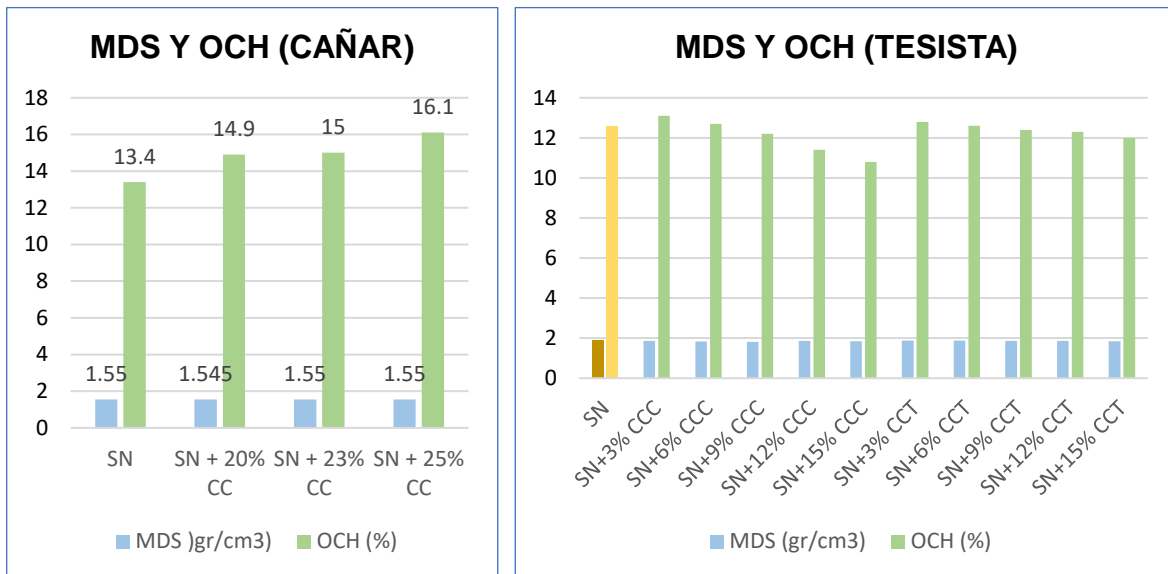


Figura 40. Gráfico de comparación con Cañar (Proctor Modificado)

Fuente: Elaboración propia

OE3: Determinar los efectos de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la resistencia de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021.

Para (Cañar, 2017) respecto al ensayo CBR la muestra patrón arrojó 15%. Del mismo modo nos muestra los resultados de sus respectivos porcentajes de adición de ceniza de carbón (CC): al 20% de adición tuvo un CBR de 18.5%, al 23% de adición tuvo un CBR de 18.9% y para el 25% de adición tuvo 19.2% de CBR.

Tabla 36. Resultados CBR (Cañar).

% de Dosificación	CBR (%)
0%	15
20%	18.5
23%	18.9
25%	19.2

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al ensayo de CBR el cual analiza la resistencia del suelo arrojó los siguientes resultados: a la muestra de suelo natural al 95% se tuvo 19.6% y al 100% tuvo un valor CBR de 31.4%. Del mismo modo nos muestra los resultados con sus respectivos % de adición de CCC y CCT. Para las dosificaciones de CCC: 3% de adición tuvo 20.1%; 6% de adición tuvo 21.5%; 9% de adición tuvo 16.4%; 12% adición tuvo 19.3% y para el 15% de adición tuvo 18.9%. Para las dosificaciones de CCT: al 3% de adición tuvo un 15.7% de CBR; al 6% de adición tuvo 22.9%; al 9% de adición tuvo un CBR 13.7%; al 12% de adición tuvo un CBR 17.4% y para el 15% de adición tuvo un CBR 17.3%.

Tabla 37. Resultados CBR (Tesista).

Muestra	% dosificación	CBR (%)
SN	0%	19.6
Ceniza de cáscara de cebada (CCC)	3%	20.1
	6%	21.5
	9%	20.1
	12%	19.3
	15%	18.9
Ceniza de cáscara de trigo (CCT)	3%	15.7
	6%	22.9
	9%	19.1
	12%	17.4
	15%	17.3

Fuente: Elaboración propia

Comparando ambas investigaciones podemos indicar que existe discrepancia ya que en los resultados de Cañar se ve un incremento a mayor porcentaje de dosificación en relación al valor CBR; sin embargo, en el presente trabajo de investigación se refleja una disminución del valor CBR a mayor porcentaje de dosificación tanto de CCC como de CCT.

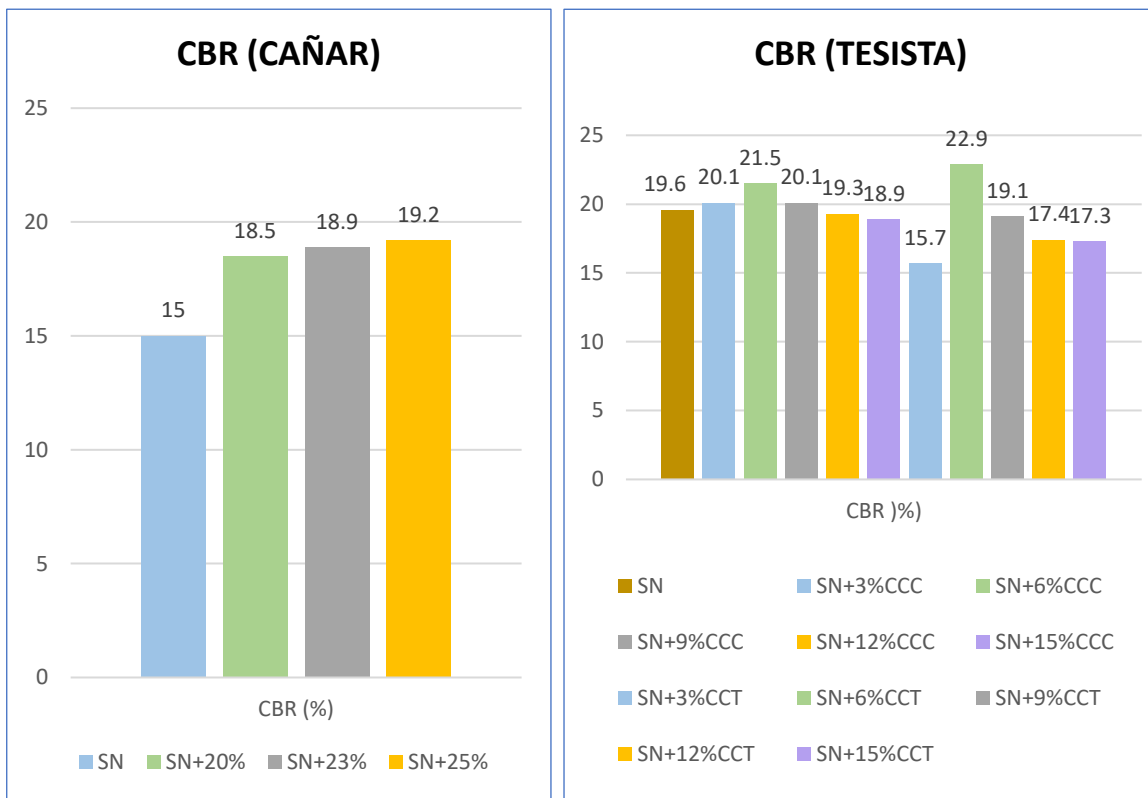


Figura 41. Gráficos de comparación con Cañar (CBR)

Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados conseguidos para las propiedades físicas se determinó que el tipo de suelo es una arena limosa (SM) según la clasificación SUCS y según la clasificación AASHTO es A – 2 – 4(0), del mismo modo arrojó el porcentaje de humedad el cual fue 4% y no presentó límites de Atterberg por lo tanto no se halló el Índice de plasticidad.
- Respecto al ensayo Proctor Modificado se concluye que la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad no mejoraron, por lo tanto, la adición de ceniza de cáscara de cebada y trigo no influyen de manera positiva en la compactación de la subrasante dado de que los valores iban disminuyendo a medida que se aumentaba el porcentaje de dosificación.
- Según los resultados alcanzados del ensayo CBR se llegó a la conclusión que no se logró incrementar los valores con respecto al CBR de la muestra patrón el cual fue de 19.6% puesto que a mayor porcentaje de dosificación decrece el valor CBR, por esta razón se deduce que la adición de ceniza de cáscara de cebada y trigo influyen desfavorablemente en la resistencia de la subrasante.
- Por último, se concluye que la dosificación óptima fue de 6% de ceniza de cebada con respecto a la muestra patrón donde obtuvo 19.6% de CBR y al adicionar 6% de CCC incrementó su valor a 21.5%, lo mismo pasó al adicionar 6% de ceniza de cáscara de trigo donde alcanzó su valor máximo de 22.9% CBR.

VII. RECOMENDACIONES

- A los futuros tesisistas les recomiendo desarrollar investigaciones con la ceniza de cáscara de trigo para estabilizar otro tipo de suelo y en bajos porcentajes de dosificación.
- Mi recomendación sería realizar como mínimo 5 calicatas para poder tener más probabilidades de obtener resultados más completos sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- Es recomendable aplicar por lo menos 5 porcentajes de dosificación para adicionar y así poder comparar y alcanzar mejores resultados.
- Se recomienda profundizar el presente trabajo de investigación, en referencia a ello conseguir opinión de la Municipalidad respecto al mejoramiento las propiedades de la subrasante de la Avenida Canto Grande.

REFERENCIAS

- Cobos, Ortigón y Peralta (2019). Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café. Tesis (Ingeniería Civil) Colombia. Disponible en:
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14966/1/2019_comortamiento_geotecnico.pdf
- Cañar Tiviano (2017) (2017). Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón. Tesis (Ingeniería Civil) Ecuador. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/Tesis%201115%200-%20Ca%C3%B1ar%20Tiviano%20Edwin%20Santiago.pdf>
- CLAVERÍA, TRIANA Y VARON (2018). Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante. Tesis (Ingeniería Civil) Ibagué – Colombia. Disponible en:
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6314/1/2018_caracterizacion_comportamiento_geotecnico.pdf
- Cajaleón y Mondragón (2018). Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscara de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros. Tesis (Ingeniería Civil) Perú. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40609/CAJALEON_SOC.%20MONDRAGON_DD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ormeño y Rivas (2021). Estudio experimental para determinar la influencia de la aplicación de Cenizas de cáscara de Arroz (RHA) en la estabilización de una subrasante de suelo arcilloso de baja plasticidad en Chota – Cajamarca. Tesis (Ingeniería Civil) Perú. Disponible en:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653974/Orme%C3%B1o_ME.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Apolinarez Tovar (2018). Estabilización de la subrasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja. Tesis (Ingeniería Civil) Perú. Disponible en:
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/778?show=full>

- Himanshu (2017). An Experimental Study of Natural Soil Subgrade Stabilized With Wheat Husk Ash and Polypropylene. International Journal For Research in Applied Science and Engineering Technology.
<https://www.ijraset.com/files/serve.php?FID=11779>
- Mamuye, Geremew (2018). Improving Strength of Expansive Soil using Coffee Husk Ash for Subgrade Soil Formation: A Case Study in Jimma Town. Thesis of Civil and environmental Engineering. Ethiopia. Disponible en:
<https://www.ijert.org/research/improving-strength-of-expansive-soil-using-coffee-husk-ash-for-subgrade-soil-formation-a-case-study-in-jimma-town-IJERTV7IS120046.pdf>
- Getachew (2016). STABILIZATION OF EXPANSIVE SUB GRADE SOIL BY WHEAT HUSK ASH AND LIME. THESIS OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE. ETHIOPIA. Disponible en:
<http://etd.astu.edu.et/bitstream/handle/123456789/777/Getachew%20Eshetu%20%283%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BARISIC, NETINGER, DOKSANOVIC Y MARKOVIC (2019). Feasibility of Agricultural Biomass Fly Ash Usage for Soil Stabilisation of Road Works. Article (Croatia). Disponible en:
<file:///C:/Users/Eduardo/Downloads/materials-12-01375.pdf>
- Kumar (2017). Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. Article (India). Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493>
- Ormeño, Rivas, Duran y Soto (2020). Stabilization of a Subgrade Composed by Low Plasticity Clay with Rice Husk Ash. Article Perú. Disponible en:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651735/Orme%C3%B1o_2020_IOP_Conf._Ser._Mater._Sci._Eng._758_012058.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peláez y Benites (2020). Mejoramiento de las propiedades mecánicas en la subrasante de suelos arenosos adicionando ceniza de cáscara de arroz y cal. Disponible en:
file:///C:/Users/Eduardo/Downloads/Pel%C3%A1ez_QJD-Benites_PJC-SD.pdf

- Espíritu Jacinto (2019). Evaluación de la subrasante para el diseño de la estructura de contención y pavimento en el cono sur de Huacho. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2969/LUIS%20ENRIQUE%2c%20ESPIRITU%20JACINTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estudio de *Triticum aestivum* para la concepción de un método estándar de extracción y caracterización de gliadinas. Pág. 24. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fap227e/doc/fap227e.pdf>
- Manual de carreteras. Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos 2014. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf
- Guía básica para la conformación de bases y subbases para carreteras en el Salvador. Pág. 192. Disponible en: http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2191/1/Gu%C3%ADa_b%C3%A1sica_para_la_conformaci%C3%B3n_de_bases_y_subbases_para_carreteras_en_El_Salvador.pdf
- Pavimentos flexibles. Problemática, metodología de diseño y tendencias. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt104.pdf>
- Límites de Atterberg. Disponible en: https://ceramica.fandom.com/wiki/L%C3%ADmites_de_Atterberg
- Estructura del grano de trigo. Disponible en: <https://pandecalidad.com/estructura-del-grano-salvado-endospermo-y-germen>
- Propiedades físicas y químicas del trigo. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2527/1/96T00209.pdf>
- Cuadro nutricional del trigo. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6331/NR34251.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores Isminio (2020). Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martín – 2020. Tesis Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47893/Flores_IKK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Panta y Paytán (2020). Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020. Tesis. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59900/Panta_E_JAI-Paytan_SDJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Composición química general de la cebada
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1741/Estudio%20de%20la%20composici%F3n%20qu%EDmica%20de%20cebada%20cultivada%20en%20Zapotlan,%20Villa%20de%20Tezontepec%20y%20Tultengo,%20Hidalgo.pdf;jsessionid=1DE2B31F5982FDDAC9F8338293842847?sequence=1>
- Información básica de la cebada
<https://es.slideshare.net/vegabner/exposicin-cebada-y-maiz>
- Ubicación de la subrasante en un pavimento. (Barajas y Buitrago, 2017) Hernández. Roberto. Metodología de la investigación. (6ª. Ed). México. Disponible en: <https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/content/metodologia-de-la-investigacion>

ANEXOS


Anexo 1: Matriz de consistencia.

TITULO: "Influencia de cenizas de cáscara trigo y cebada en subrasante de la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021"										
AUTOR: MALQUI LIÑAN, EDUARDO FELICIAN										
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS			
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE	Ceniza de cáscara de trigo	Dosificación	0%	Balanza de medición			
¿ Cómo influye las cenizas de cáscara de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021?	Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021	Las cenizas de cáscara de trigo y cebada influyen en las propiedades de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021				3%				
						6%				
						9%				
						12%				
				15%						
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas:		Ceniza de cáscara de cebada	Dosificación	0%	Balanza de medición			
						¿ Cómo influye las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la plasticidad de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021?		Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la plasticidad de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021	Las cenizas de cáscara de trigo y cebada influyen en la plasticidad de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021	3%
										6%
										9%
			12%							
15%										
¿ Cómo influye las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la compactación de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021	Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la compactación de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021	Las cenizas de cáscara de trigo y cebada influyen en la compactación de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021	DEPENDIENTE	Subrasante	Plasticidad	Límite Líquido	Ficha de registros de datos del ensayo de consistencia de plasticidad			
						Límite Plástico				
						Índice de Plasticidad				
¿ Cómo influye las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la resistencia de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021?	Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en la resistencia de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021	Las cenizas de cáscara de trigo y cebada influyen en la resistencia de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021			Compactación	Clasificación de Suelos	Ficha de registros de datos del ensayo de proctor modificado			
						Máxima Densidad Seca				
						Óptimo Contenido de Humedad				
¿ Cómo influye la dosificación de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021?	Determinar la influencia de la dosificación de las cenizas de cáscara de trigo y cebada en las propiedades de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021	Las dosificación de las cenizas de cáscara de trigo y cebada influyen en las propiedades de la subrasante del pavimento en la Av. Canto Grande, distrito S.J.L., Lima-2021					Resistencia	Capacidad Portante de la Subrasante CBR	Ficha de registros de datos del ensayo resistencia	

Anexo 2: Matriz de operacionalización.

AUTOR: EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN						
VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
VARIABLE INDEPENDIENTE 1 CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO	La cáscara de trigo es un elemento orgánico proveniente de desechos agroindustriales, tiene alto contenido de sílice	La cáscara de trigo pasa a un proceso de quemado para obtener las cenizas. Luego se plantea un diseño para aplicar los porcentajes de dosificación de cenizas que se agregarán a la subrasante	Dosificación	0%	De Razón	Tipo de Investigación: Aplicada
				3%		Nivel de Investigación: Descriptiva - Explicativa
				6%		Enfoque: Cuantitativo
				9%		Diseño de la Investigación: Experimental
				12%		Población: Las 16 cuadras de la Av. Canto Grande, SJL.
				15%		
VARIABLE INDEPENDIENTE 2 CENIZAS DE CÁSCARA DE CEBADA	La cáscara de cebada al igual que el trigo, es un desecho producido en altos volúmenes en zonas agrícolas donde se siembra y procesa este grano cereal	La cáscara cebada pasa a un proceso de quemado para obtener las cenizas. Luego se plantea un diseño para aplicar los porcentajes de dosificación de cenizas que se agregarán a la subrasante	Dosificación	0%	De Razón	Muestra: De la cuadra 5, 8, 12 y 15
				3%		Muestreo: No Probabilístico
				6%		Técnica: Observación Directa
				9%		Instrumento de la Investigación: Guía de observación Fichas de laboratorio Hojas de cálculo Excel Análisis Estadístico SPSS
				12%		
				15%		
VARIABLE DEPENDIENTE LA SUBRASANTE	La subrasante es la parte indispensable del diseño del pavimento, y tiene como función principal proporcionar una respuesta como estructura y rendimiento en el pavimento. Está compuesto de suelo en estado natural, o suelos con procesos de mejoramiento, como la resistencia mecánica y física	La variable dependiente esta conformada por tres dimensiones y siete indicadores con los cuáles se realizarán los estudios de acuerdo a sus propiedades	Plasticidad	Límite Líquido	De Razón	
				Límite Plástico		
				Índice de Plasticidad		
			Compactación	Clasificación de suelos		
				Máxima Densidad Seca		
				Óptimo Contenido de Humedad		
Resistencia	Capacidad Portante de la Subrasante CBR					

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos.

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

INFORME N° : JCH 21-184
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
ENTIDAD : -
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE, S.J.L, 2021
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L

Datos de la Muestra:
Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 29/09/2021
Fecha de Ejecución : 30/09/2021
Fecha de Emisión : 19/10/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 568,0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	--	--	100,0
N° 4	4,760	--	--	100,0
N° 10	2,000	13,1	2,3	97,7
N° 20	0,840	32,1	5,7	92,0
N° 40	0,425	77,5	13,6	78,4
N° 60	0,260	124,4	21,9	56,5
N° 140	0,106	175,4	30,9	25,6
N° 200	0,074	34,9	6,1	19,5
-200		110,6	19,5	0,0

% Grava (N° 4 < T < 3")	0,0
% Arena (N° 200 < T < N° 4)	80,5
% Fines (< N° 200)	19,5

LIMITES DE CONSISTENCIA

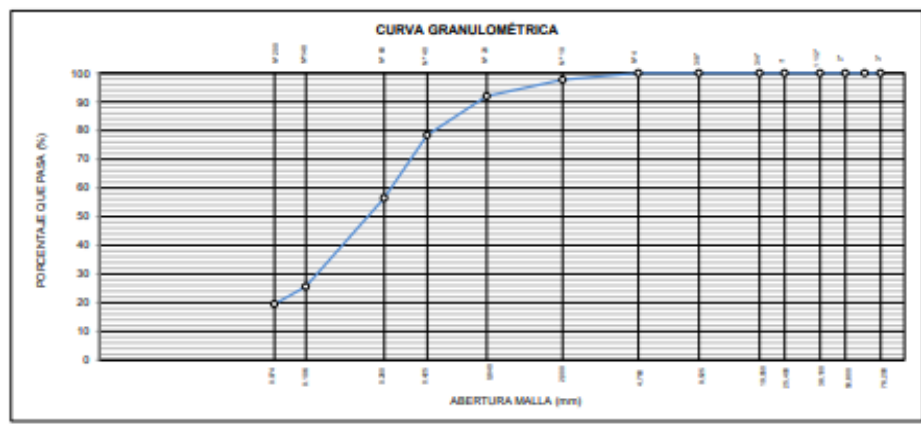
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	--
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05

Humedad (%)	4,0
-------------	-----

CLASIFICACIÓN

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




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

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-N°1
 - Hor-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2




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

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

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

INFORME N° : JCH 21-184
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
ENTIDAD : -
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE, S.J.L., 2021
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 29/09/21
Fecha de Ejecución : 30/09/21
Fecha de Emisión : 19/10/21


Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	577,6	542,3
Peso de suelo seco + tara g	558,4	524,7
Peso de tara g	81,4	71,1
Peso de agua g	19,2	17,6
Peso de suelo seco g	477,0	453,6
Contenido de agua %	4,0	3,9
Contenido de Humedad (%)	4,0	

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

Equipos Usados
 Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch




 FRANCISCO LLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

 LABORATORIO GEOTECNICO	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

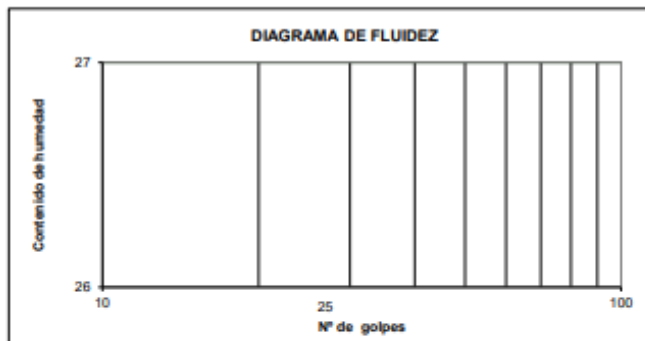
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 21-184
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
ENTIDAD : -
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE, S.J.L, 2021
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L

Datos de la Muestra

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 29/09/21
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 30/09/21
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 19/10/21
Prof. (m)	: 1,50		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NUMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



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


Pasante de la malla N°40

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

- Equipos Usados**
- Bal-SE402F-N°2
 - Hor-01-jch
 - Vidrio esmerilado
 - Equipo de Casagrande ELE




 FRANCISCO
 MALLO CLAVILLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 30/09/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL
 Prof.(m) : 1,50

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

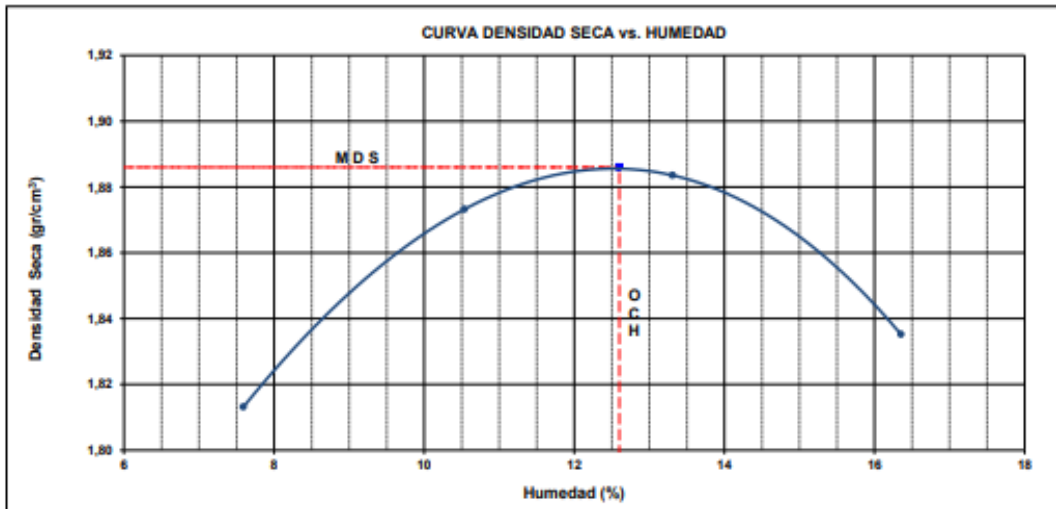
Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
 Metodo : A

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	6024	6137	6197	6198	
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184	
Peso suelo compacto (gr)	1840	1953	2013	2014	
Volumen del Molde (cm3)	943,2	943,2	943,2	943,2	
Densidad Humeda (gr/cm3)	1,951	2,071	2,134	2,135	
Densidad seca (gr/cm3)	1,813	1,873	1,884	1,835	

HUMEDAD					
Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo humedo (gr)	418,8	526,5	391,4	564,1	
Tara + suelo seco (gr)	395,7	484,1	354,8	496,4	
Peso del agua (gr)	23,1	42,4	36,6	67,7	
Peso de tara (gr)	91,4	81,7	79,8	82,4	
Peso suelo seco (gr)	304,3	402,4	275,0	414,0	
Contenido de humedad(%)	7,6	10,5	13,3	16,4	

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,886 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 12,6 (%)



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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L. 2021.

UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 30/09/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL
 Prof.(m) : 1,50

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

MDS (gr/cm3) : 1,886
 OCH (%) : 12,6

COMPACTACIÓN

N° molde	E-5		C-3		A-3	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12608	12648	12785	12868	12114	12300
Peso del Molde (gr)	8081	8081	8381	8381	7880	7880
Peso suelo compacto (gr)	4527	4567	4404	4487	4234	4420
Volumen del Molde (cm3)	2130	2130	2118	2118	2134	2134
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.125	2.144	2.080	2.119	1.984	2.071
Densidad seca (gr/cm3)	1.886	1.891	1.846	1.855	1.757	1.786

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	343,3	463,3	371,5	385,6	394,5	401,2
Tara + suelo seco (gr)	313,7	416,5	339,0	346,3	358,5	354,3
Peso del agua (gr)	29,6	46,8	32,5	39,3	36,0	46,9
Peso de tara (gr)	79,7	65,6	82,4	70,1	79,4	59,8
Peso suelo seco (gr)	234,0	350,9	256,6	276,2	279,1	294,5
Contenido de humedad(%)	12,6	13,3	12,7	14,2	12,9	15,9

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
30/09/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
01/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
02/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
03/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
04/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	E-5		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-3		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-3	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		14,0			10,8			7,6		
0.050		42,0			32,3			22,6		
0.075		81,1			62,4			43,7		
0.100	1000	136,5	313,9	31,4	105,0	241,5	24,1	73,5	169,0	16,9
0.125		208,1			160,1			112,1		
0.150		286,4			220,3			154,2		
0.175		373,3			287,1			201,0		
0.200	1500	469,7	635,0	42,3	361,3	485,0	32,3	252,9	344,0	22,9
0.300		761,8			586,0			410,2		
0.400		1015,7			781,3			546,9		
0.500		1277,3			982,5			687,8		


Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por



Francisco
 FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

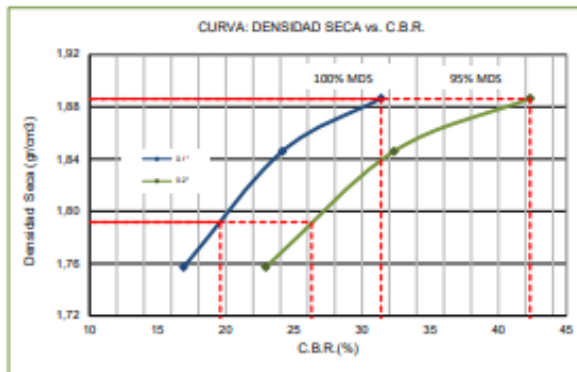
**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, SJL
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 30/09/21

Calicata : C-1 Cantera : -
 Muestra : NATURAL Progresiva : -
 Prof.(m) : 1,50 Coordenadas : -

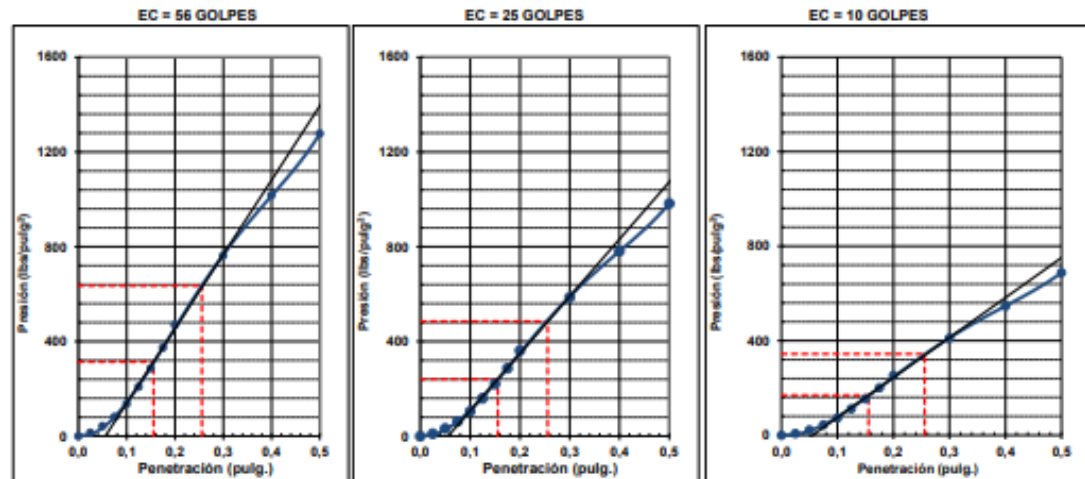
Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,886
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12,6
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,792

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	31,4	0.2"	42,3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	19,6	0.2"	26,3

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 31,4
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 19,6
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 42,3
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 26,3




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

Equipo usados
Bal-R31P30-Nº3
Bal-TAJ4001-Nº1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 FRANCISCO
 DE LA CLAYTON
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 06/10/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL + 3% CENIZAS CEBADA
 Prof.(m) : -

Cantera : -
 Progresiva : -
 Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

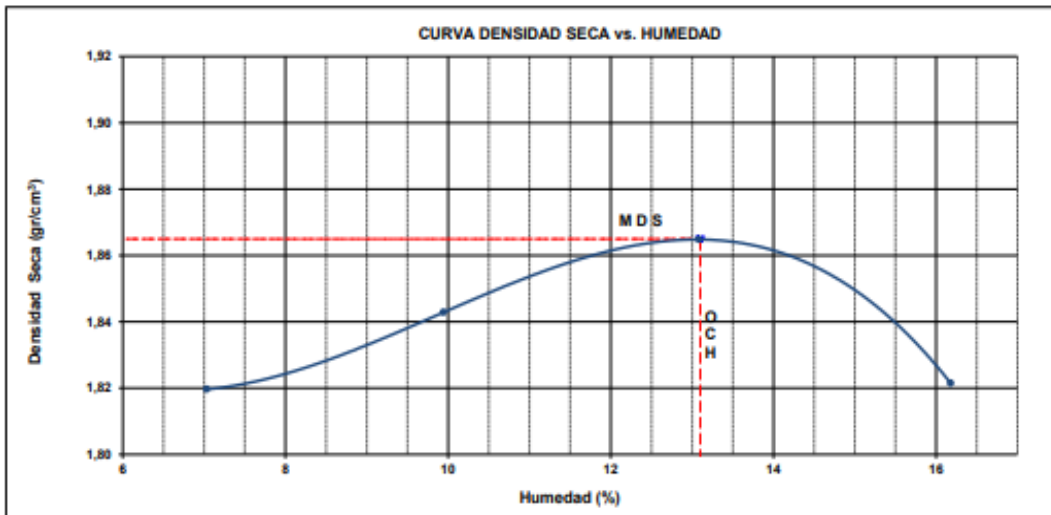
Peso específico : -

Metodo : A

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	6021	6095	6173	6180	
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184	
Peso suelo compacto (gr)	1837	1911	1989	1996	
Volumen del Molde (cm3)	943,2	943,2	943,2	943,2	
Densidad Humeda (gr/cm3)	1,948	2,026	2,109	2,116	
Densidad seca (gr/cm3)	1,820	1,843	1,865	1,822	

HUMEDAD					
Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo humedo (gr)	512,4	426,6	482,5	536,9	
Tara + suelo seco (gr)	482,0	393,6	434,8	470,0	
Peso del agua (gr)	30,4	33,0	47,7	66,9	
Peso de tara (gr)	49,7	61,7	70,2	56,5	
Peso suelo seco (gr)	432,3	331,9	364,6	413,5	
Contenido de humedad(%)	7,0	9,9	13,1	16,2	

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,865 (gr/cm3)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 13,1 (%)




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

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-NP3
Bal-TAJ4001-NP1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 AVIERA FRANCISCO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO		Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		Revisión : 1
			Fecha : -
			Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 06/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.JL	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 3% CENIZAS CEBADA	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

MDS (gr/cm3) : 1,865
OCH (%) : 13,1

COMPACTACIÓN

N° molde N° de golpes por capa Condición de la muestra	F-3 56		B-2 25		A-5 10	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12570	12638	12095	12235	11913	12113
Peso del Molde (gr)	8083	8083	7741	7741	7766	7766
Peso suelo compacto (gr)	4487	4555	4354	4494	4147	4347
Volumen del Molde (cm ³)	2128	2128	2140	2140	2143	2143
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,109	2,141	2,035	2,100	1,936	2,029
Densidad seca (gr/cm ³)	1,865	1,881	1,801	1,836	1,708	1,745

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	536,8	425,7	620,3	522,9	600,1	577,1
Tara + suelo seco (gr)	484,7	381,6	558,0	464,2	540,5	506,1
Peso del agua (gr)	52,1	44,1	62,3	58,7	59,6	71,0
Peso de tara (gr)	85,7	62,2	77,8	56,3	92,4	68,9
Peso suelo seco (gr)	399,0	319,4	480,2	407,9	448,1	437,2
Contenido de humedad(%)	13,1	13,8	13,0	14,4	13,3	16,2


EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
07/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
08/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
09/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
10/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	F-3		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	B-2		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	A-5	
			CORRECCION			CORRECCION			CORRECCION	
			Lb pulg ²	CBR (%)		Lb pulg ²	CBR (%)		Lb pulg ²	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		17,9			12,5			7,1		
0,050		48,3			33,8			19,3		
0,075		94,5			66,2			37,8		
0,100	1000	163,8	332,8	33,3	114,7	233,0	23,3	65,5	133,1	13,3
0,125		249,9			174,9			100,0		
0,150		343,4			240,4			137,4		
0,175		413,7			289,6			165,5		
0,200	1500	508,2	680,0	45,3	355,8	470,0	31,3	203,3	275,0	18,3
0,300		829,6			580,7			331,8		
0,400		1106,8			774,8			442,7		
0,500		1279,0			895,3			511,6		


Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por : 

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn



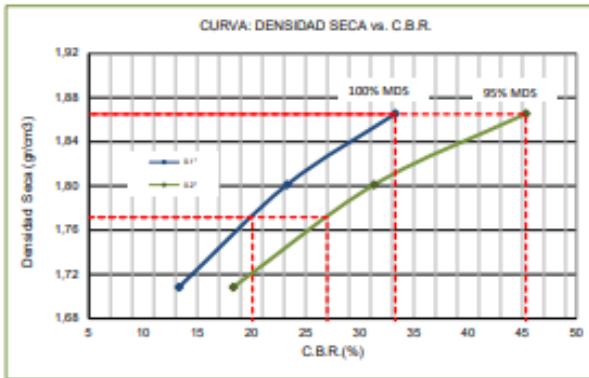
AVIOR FRANCISCO
DE LOS RIOS CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193657

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 06/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L. 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 3% CENIZAS CEBADA	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

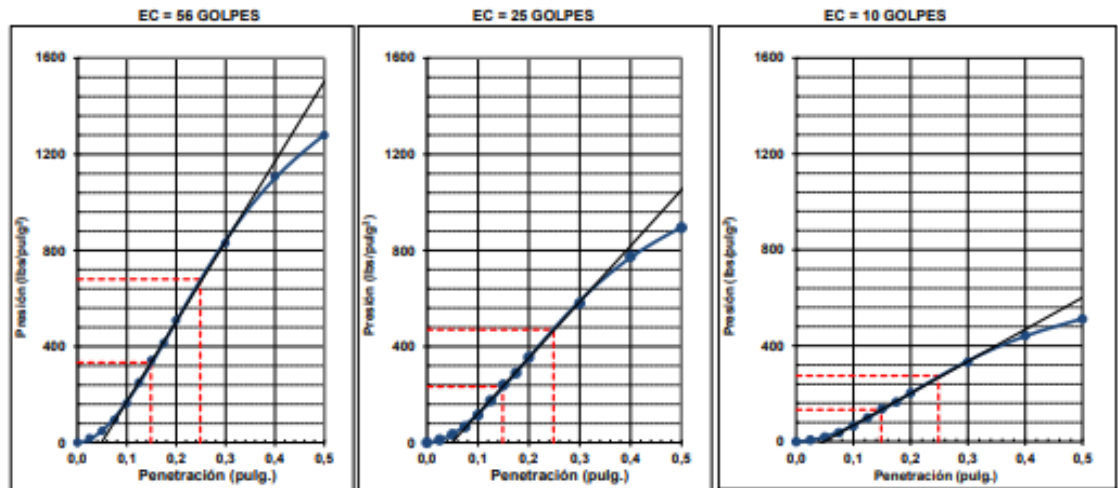


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,865
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13,1
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,772

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	: 33,3	0.2"	: 45,3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	: 20,1	0.2"	: 27,0

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 33,3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 20,1
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 45,3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 27,0




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

Equipo usados
Bal-R31P30-Nº3
Bal-TAJ4001-Nº1
Hor-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn




 FRANCISCO
 H. LOZA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 06/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L. 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 6% CENIZAS CEBADA	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

Peso específico : -

Metodo : A

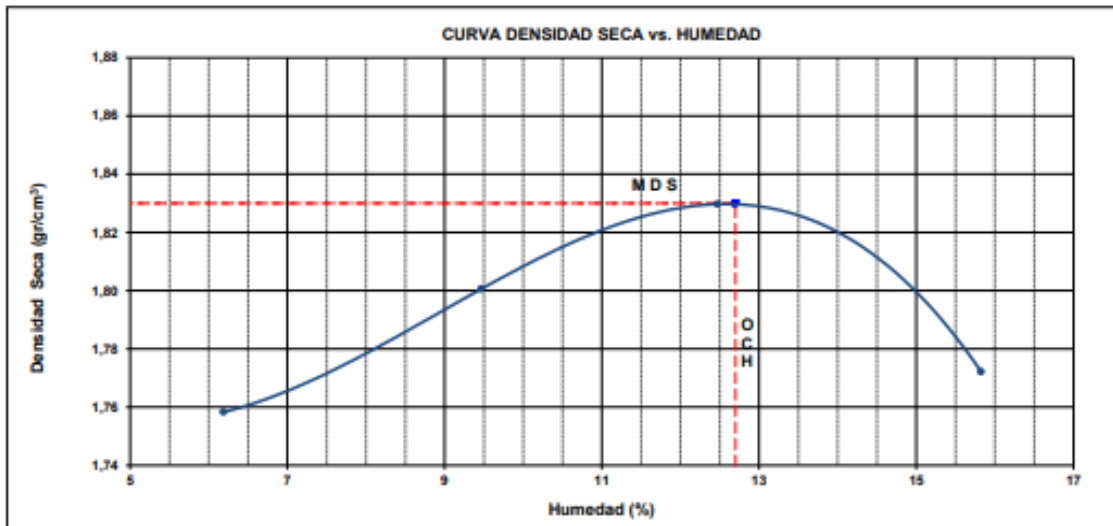
COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5945	6043	6125	6120
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1761	1859	1941	1936
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,867	1,971	2,058	2,053
Densidad seca (gr/cm ³)	1,758	1,801	1,830	1,772

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	494,7	501,1	469,9	486,9
Tara + suelo seco (gr)	470,0	463,3	425,8	428,0
Peso del agua (gr)	24,7	37,8	44,1	58,9
Peso de tara (gr)	70,7	63,9	72,2	55,8
Peso suelo seco (gr)	399,3	399,4	353,6	372,2
Contenido de humedad(%)	6,2	9,5	12,5	15,8

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,830 (gr/cm³)
Optimo Contenido Humedad(%) : 12,7 (%)




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

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 AVIR FRANCISCO
 DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.JL
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 06/10/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL + 6% CENIZAS CEBADA
 Prof.(m) : -
 MDS (gr/cm3) : 1,830
 OCH (%) : 12,7

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

COMPACTACIÓN

N° molde	C-2		A-2		C-1	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12784	12895	12188	12325	11237	11461
Peso del Molde (gr)	8402	8402	7906	7906	7101	7101
Peso suelo compacto (gr)	4382	4493	4282	4419	4136	4360
Volumen del Molde (cm3)	2126	2126	2129	2129	2152	2152
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,061	2,113	2,012	2,076	1,922	2,026
Densidad seca (gr/cm3)	1,830	1,864	1,787	1,823	1,704	1,752

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	485,6	463,9	388,2	570,8	461,3	588,0
Tara + suelo seco (gr)	441,5	418,2	354,3	508,0	427,8	520,7
Peso del agua (gr)	45,1	45,7	33,9	62,8	33,5	67,3
Peso de tara (gr)	85,3	77,1	84,7	56,3	165,1	90,8
Peso suelo seco (gr)	356,2	341,1	269,6	451,7	262,7	429,9
Contenido de humedad(%)	12,7	13,4	12,6	13,9	12,8	15,7

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
07/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
08/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
09/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
10/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-2		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-2		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-1	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		66,8			51,4			36,0		
0.050		133,6			102,8			72,0		
0.075		222,4			171,1			119,8		
0.100	1000	312,2	341,7	34,2	240,1	262,8	26,3	168,1	183,9	18,4
0.125		410,5			315,8			221,0		
0.150		499,3			384,1			268,8		
0.175		591,9			455,3			318,7		
0.200	1500	674,9	695,0	46,3	519,2	532,0	35,5	363,4	377,0	25,1
0.300		989,0			760,8			532,5		
0.400		1236,3			950,2			665,2		
0.500		1393,8			1072,1			750,5		


Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipo usados
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-JCH
 Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO
 IN LEO C. AVILLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

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

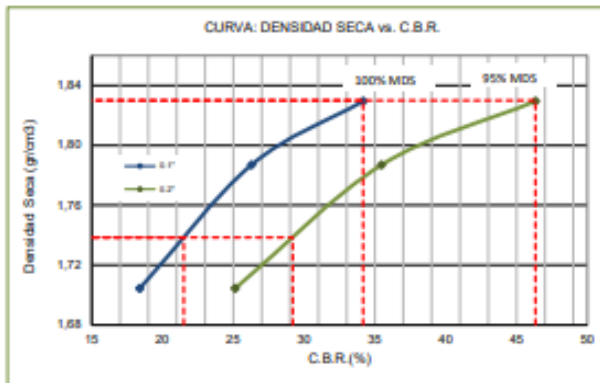
N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L. 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 06/10/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL + 6% CENIZAS CEBADA
 Prof.(m) : -

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

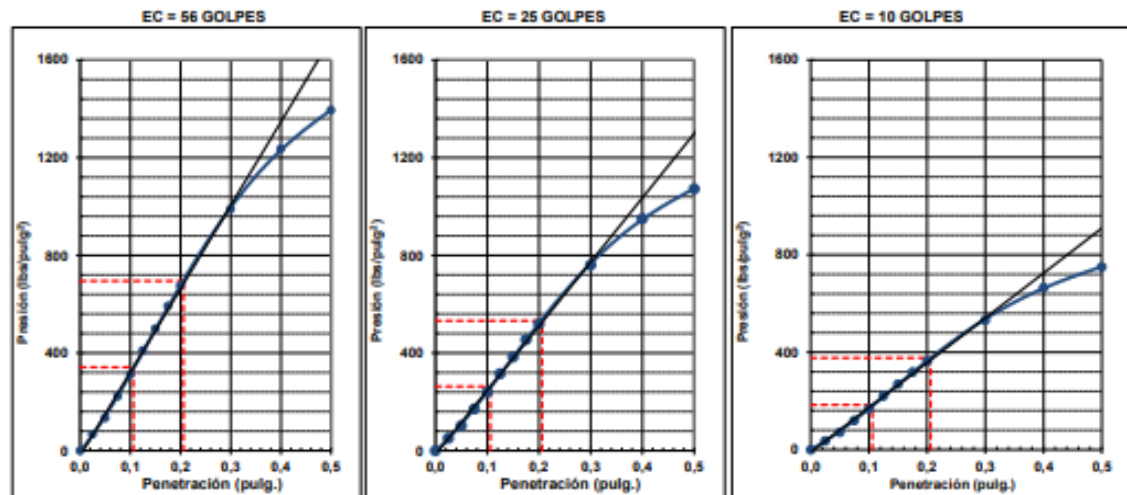
Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,830
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12,7
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,739

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	34,2	0.2"	46,3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	21,5	0.2"	29,2

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 34,2
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 21,5
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 46,3
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 29,2




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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO
 DE LA LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

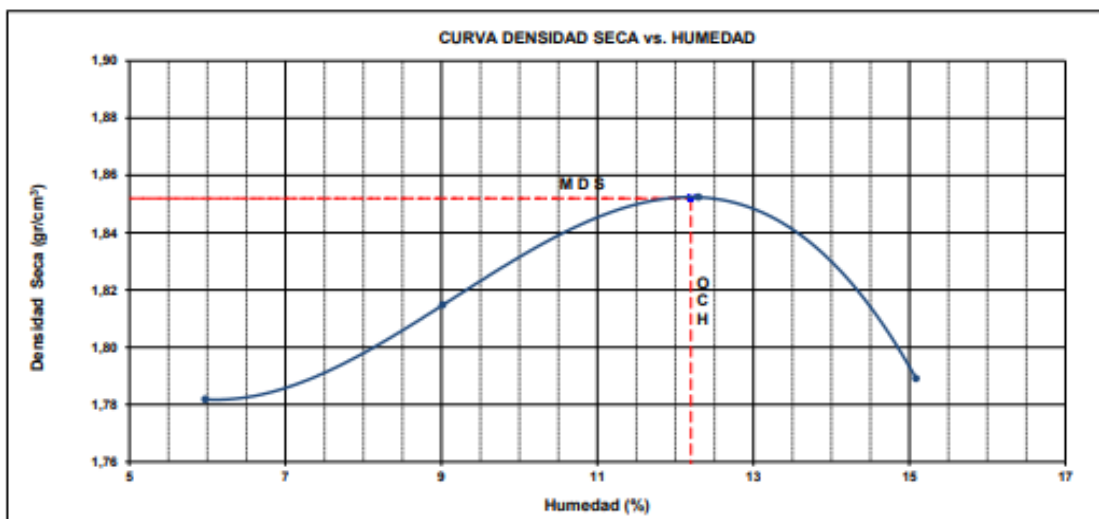
N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 06/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 9% CENIZAS CEBADA	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

Peso específico : -	COMPACTACIÓN			
Metodo : A	1	2	3	4
Prueba N°				
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5965	6050	6146	6126
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1781	1866	1962	1942
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,888	1,978	2,080	2,059
Densidad seca (gr/cm ³)	1,782	1,815	1,852	1,789

HUMEDAD				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	450,7	512,8	452,8	536,9
Tara + suelo seco (gr)	428,1	475,0	410,4	476,6
Peso del agua (gr)	22,6	37,8	42,4	60,3
Peso de tara (gr)	49,8	55,8	65,6	76,9
Peso suelo seco (gr)	378,3	419,2	344,8	399,7
Contenido de humedad(%)	6,0	9,0	12,3	15,1

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,852 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 12,2 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.	Equipo usados
Realizado por : Tec. J.Ch	Bal-R31P30-N°3
	Bal-TAJ4001-N°1
	Hor-01-JCH
	Maq. Ensayo 50Kn




 AV. FRANCISCO
 IN. LÚA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO		Código :	D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		Revisión :	1
		Fecha :	-
		Página :	2 de 3

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

N° INFORME :	JCH 21-184	Fecha de Recepción :	29/09/21
SOLICITANTE :	EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución :	06/10/21
PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE SJL, 2021.		
UBICACIÓN :	AV. CANTO GRANDE, SJL		
FECHA :	SEPTIEMBRE DEL 2021		

Calicata :	C-1	Cantera :	-	Clasificación SUCS :	SM
Muestra :	NATURAL + 9% CENIZAS CEBADA	Progresiva :	-	Clasificación AASHTO :	A-2-4(0)
Prof.(m) :	-	Coordenadas :	-		

MDS (gr/cm3) :	1,852
OCH (%) :	12,2

COMPACTACIÓN

N° molde	C-3		E-5		A-6	
	56		25		10	
Nº de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12780	12836	12387	12525	11888	12155
Peso del Molde (gr)	8381	8381	8081	8081	7792	7792
Peso suelo compacto (gr)	4399	4455	4306	4444	4096	4363
Volumen del Molde (cm3)	2118	2118	2130	2130	2142	2142
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,077	2,104	2,021	2,086	1,913	2,037
Densidad seca (gr/cm3)	1,852	1,862	1,800	1,836	1,702	1,764

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	436,9	486,6	591,3	523,3	463,8	523,3
Tara + suelo seco (gr)	396,6	439,5	535,3	467,4	421,1	462,0
Peso del agua (gr)	40,3	47,1	56,0	55,9	42,7	61,3
Peso de tara (gr)	65,6	77,1	79,9	66,3	75,7	66,8
Peso suelo seco (gr)	331,0	362,4	455,4	411,1	345,4	395,2
Contenido de humedad(%)	12,2	13,0	12,3	13,6	12,4	15,5

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
07/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
08/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
09/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
10/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00


PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-3		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	E-5		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-6	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		25,9			18,1			10,4		
0.050		66,7			46,7			26,7		
0.075		114,8			80,4			45,9		
0.100	1000	189,8	352,6	35,3	132,9	246,8	24,7	75,9	141,1	14,1
0.125		275,0			192,5			110,0		
0.150		369,5			258,6			147,8		
0.175		472,3			330,6			188,9		
0.200	1500	543,6	690,0	46,0	380,5	490,0	32,7	217,4	280,0	18,7
0.300		839,0			587,3			335,6		
0.400		1066,7			746,7			426,7		
0.500		1274,2			891,9			509,7		

Observaciones :	La muestra fue remilida e identificada por el Solicitante.	Equipo usados
Realizado por	Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.	Bal-R31P30-N°3
		Bal-TAJ4001-N°1
		Hor-01-JCH
		Maq. Ensayo 50Kn




 AVILA FRANCISCO
 DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

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

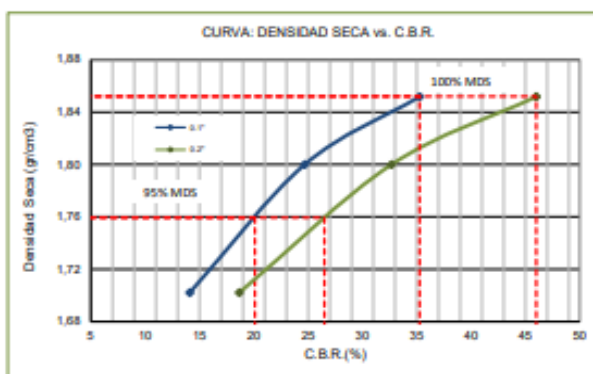
N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L., 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, SJL
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 06/10/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL + 9% CENIZAS CEBADA
 Prof.(m) : -

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

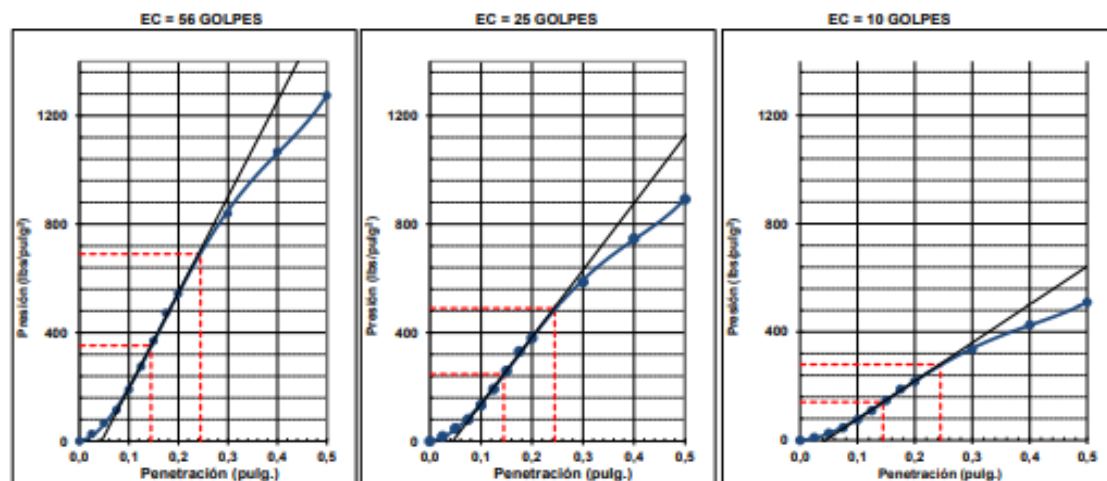
Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,852
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12,2
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,759

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	35,3	0.2"	46,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	20,1	0.2"	26,5

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 35,3
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 20,1
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 46,0
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 26,5



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

Equipo usados
Bal-R31P30-Nº3
Bal-TAJ4001-Nº1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO
 DE LA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-19
 Revisión : 1
 Fecha : -
 Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
 NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE SJL, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, SJL
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 06/10/21

Calicata : C-3
 Muestra : NATURAL + 12% CENIZAS CEBADA
 Prof.(m) : -

Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

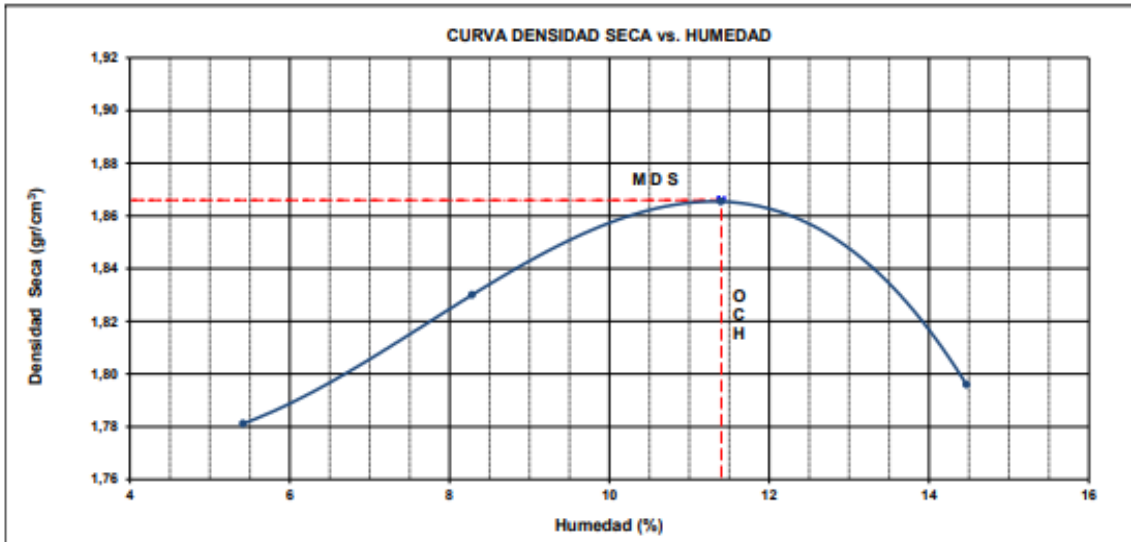
Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Peso específico : -

Prueba N°	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5956	6053	6144	6123
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1771	1869	1960	1939
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,878	1,982	2,078	2,066
Densidad seca (gr/cm ³)	1,781	1,830	1,865	1,796

Tara N°	HUMEDAD			
	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	503,7	465,2	487,8	511,1
Tara + suelo seco (gr)	480,9	434,6	443,6	452,3
Peso del agua (gr)	22,8	30,6	44,2	58,8
Peso de tara (gr)	60,0	65,1	55,8	45,9
Peso suelo seco (gr)	420,9	369,5	387,8	406,4
Contenido de humedad(%)	5,4	8,3	11,4	14,5

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,865 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 11,4 (%)




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

Equipo usados
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-JCH
 Maq. Ensayo 50Kn



José María
 AVILA FRANCISCO
 DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567

	FORMULARIO		Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		Revisión : 1
			Fecha : -
			Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21	
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 06/10/21	
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L. 2021.		
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.		
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021		
Calicata : C-3	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 12% CENIZAS CEBADA	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	
MDS (gr/cm3) : 1,866		
OCH (%) : 11,4		

COMPACTACIÓN

N° molde	D-1		D-3		D-2	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11004	11052	10865	10998	10440	10690
Peso del Molde (gr)	6597	6597	6600	6600	6420	6420
Peso suelo compacto (gr)	4407	4455	4265	4398	4020	4270
Volumen del Molde (cm3)	2121	2121	2120	2120	2110	2110
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,077	2,100	2,012	2,075	1,905	2,023
Densidad seca (gr/cm3)	1,866	1,872	1,808	1,843	1,709	1,781

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	580,4	490,3	417,1	533,6	445,8	503,1
Tara + suelo seco (gr)	538,0	445,2	383,1	493,3	408,5	448,4
Peso del agua (gr)	42,4	45,1	34,0	40,3	37,3	54,7
Peso de tara (gr)	164,5	75,8	81,9	172,5	83,2	45,9
Peso suelo seco (gr)	373,5	369,4	301,2	320,8	325,3	402,5
Contenido de humedad(%)	11,4	12,2	11,3	12,6	11,5	13,6

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
07/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
08/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
09/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
10/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00


PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	D-1 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	D-3 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	D-2 CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		26,9			18,8			10,8		
0,050		79,2			55,5			31,7		
0,075		141,5			99,0			56,6		
0,100	1000	206,6	327,7	32,8	144,6	229,4	22,9	82,6	131,1	13,1
0,125		287,2			201,0			114,9		
0,150		365,0			255,5			146,0		
0,175		449,9			314,9			180,0		
0,200	1500	534,8	655,0	43,7	374,3	460,0	30,7	213,9	265,0	17,7
0,300		863,0			604,1			345,2		
0,400		1107,8			775,4			443,1		
0,500		1242,2			869,5			496,9		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante. Equipo usados
 Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro. Bal-R31P30-N°3
 Realizado por Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 JAVIER FRANCISCO DE LA OJA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

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

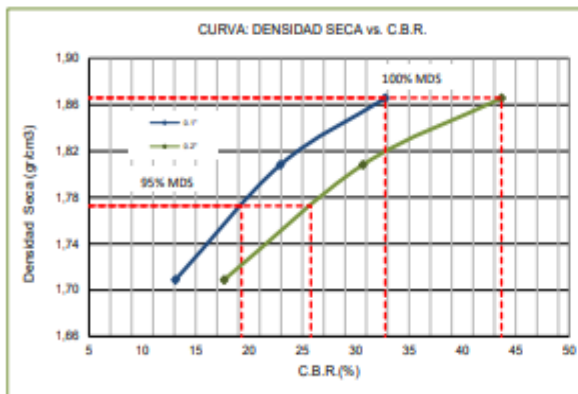
N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 06/10/21

Calicata : C-3
 Muestra : NATURAL + 12% CENIZAS CEBADA
 Prof.(m) : -

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

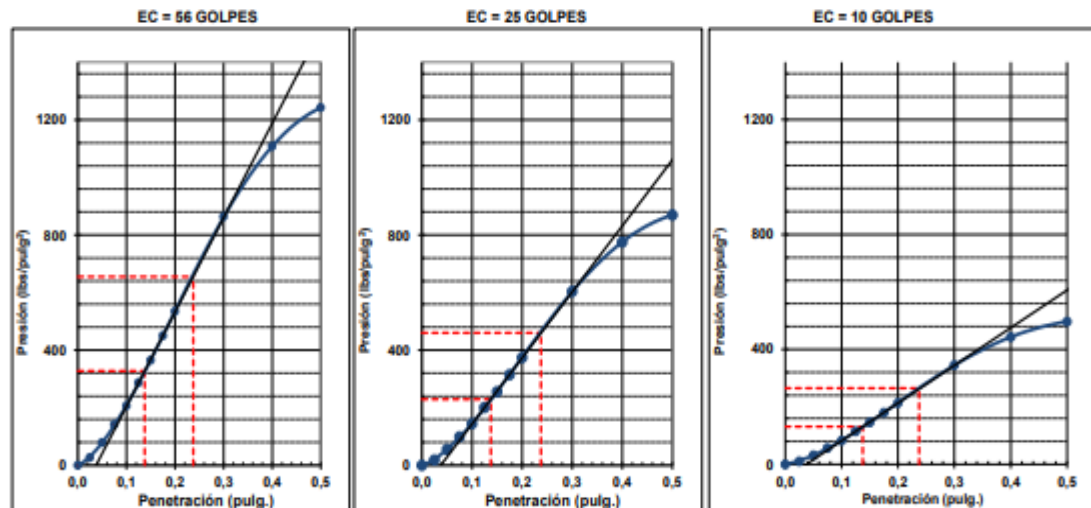


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,866
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11,4
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,773

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	32,8	0.2"	43,7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	19,3	0.2"	25,8

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 32,8
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 19,3
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 43,7
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 25,8




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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO
 DE LA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 06/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-3	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 15% CENIZAS CEBADA	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

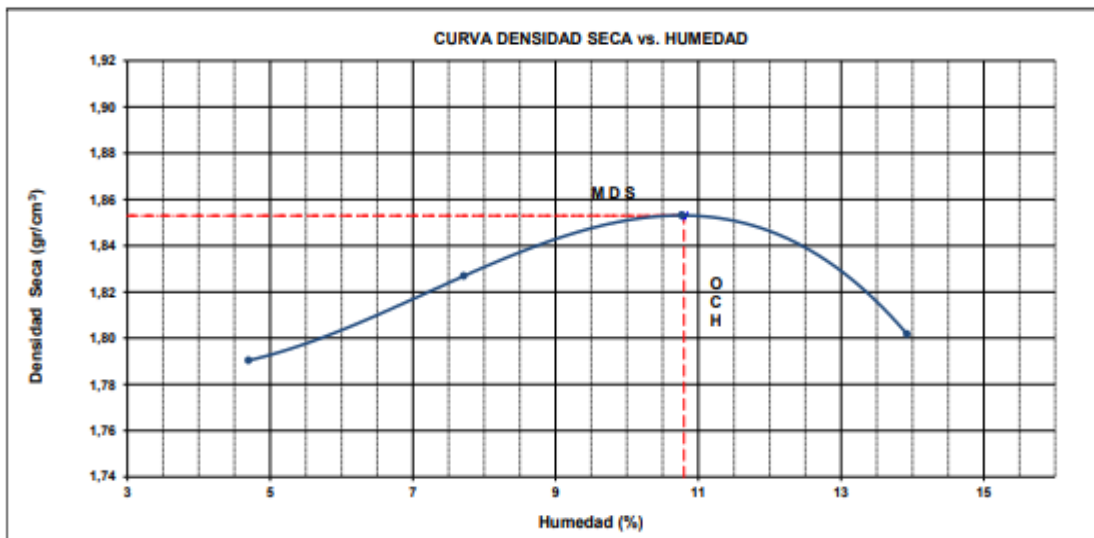
Peso específico : -
Método : A **COMPACTACIÓN**

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5952	6040	6120	6120
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1768	1856	1936	1936
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,874	1,968	2,053	2,053
Densidad seca (gr/cm ³)	1,790	1,827	1,853	1,802

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	470,2	485,6	502,3	426,3
Tara + suelo seco (gr)	451,8	454,8	460,3	380,0
Peso del agua (gr)	18,4	30,8	42,0	46,3
Peso de tara (gr)	60,1	55,5	70,2	47,5
Peso suelo seco (gr)	391,7	399,3	390,1	332,5
Contenido de humedad(%)	4,7	7,7	10,8	13,9


Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,853 (gr/cm³)
Optimo Contenido Humedad(%) : 10,8 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.	Equipo usados
Realizado por : Tec. J.Ch	Bal-R31P30-N°3
	Bal-TAJ4001-N°1
	Hor-01-JCH
	Maq. Ensayo 50Kn



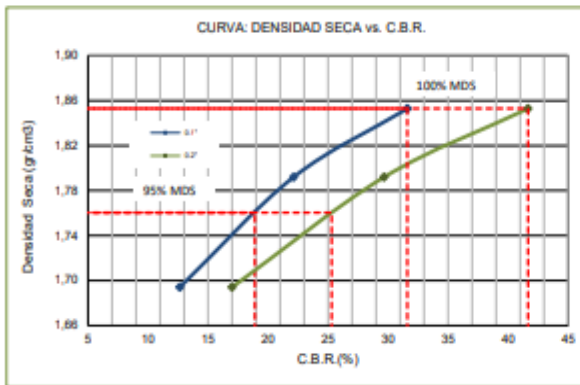

JAVIER FRANCISCO DE LA OZA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021
 Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 06/10/21

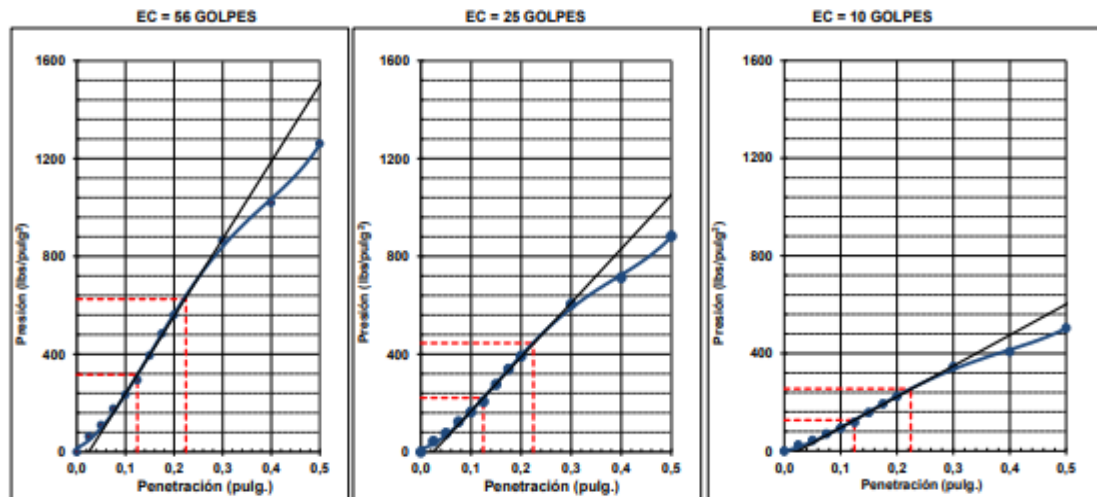
Calicata : C-3
 Muestra : NATURAL + 15% CENIZAS CEBADA
 Prof.(m) : -
 Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,853
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10,8
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,760

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	31,6	0.2"	41,7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	18,9	0.2"	25,3

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 31,6
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 18,9
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 41,7
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 25,3



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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 DE LA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567



FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-19
Revisión : 1
Fecha : -
Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.JL
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
Fecha de Ejecución : 10/10/21

Calicata : C-1
Muestra : NATURAL + 3% CENIZAS TRIGO
Prof.(m) : -

Cantera : -
Progresiva : -
Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
Metodo : A

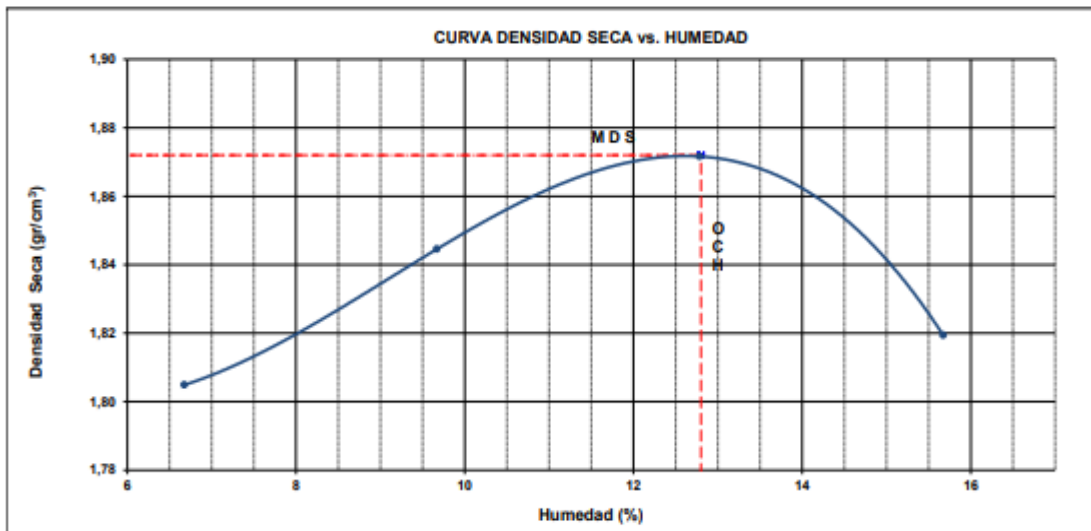
COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	6000	6092	6175	6169
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1816	1908	1991	1985
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,925	2,023	2,111	2,105
Densidad seca (gr/cm ³)	1,805	1,845	1,872	1,819

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	512,4	426,6	512,3	536,9
Tara + suelo seco (gr)	485,9	393,6	461,7	474,6
Peso del agua (gr)	26,5	33,0	50,6	62,3
Peso de tara (gr)	88,9	52,3	65,9	77,1
Peso suelo seco (gr)	397,0	341,3	395,8	397,5
Contenido de humedad(%)	6,7	9,7	12,8	15,7

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,872 (gr/cm³)
Optimo Contenido Humedad(%) : 12,8 (%)




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

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
FRANCISCO
DE LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193867

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 10/10/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL + 3% CENIZAS TRIGO
 Prof.(m) : -
 MDS (gr/cm3) : 1,872
 OCH (%) : 12,8

COMPACTACIÓN

N° molde	D-4		F-3		E-4	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11561	11622	12458	12612	12169	12385
Peso del Molde (gr)	7068	7068	8083	8083	7996	7996
Peso suelo compacto (gr)	4493	4554	4375	4529	4173	4389
Volumen del Molde (cm3)	2128	2128	2128	2128	2129	2129
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,112	2,140	2,056	2,129	1,960	2,062
Densidad seca (gr/cm3)	1,872	1,886	1,818	1,859	1,737	1,779

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	512,3	503,3	552,0	486,6	464,3	421,8
Tara + suelo seco (gr)	462,7	454,0	497,5	434,1	421,1	371,9
Peso del agua (gr)	49,6	49,3	54,5	52,5	43,2	49,9
Peso de tara (gr)	75,1	88,8	81,5	72,3	85,4	58,4
Peso suelo seco (gr)	387,6	365,2	416,0	361,8	335,7	313,5
Contenido de humedad(%)	12,8	13,5	13,1	14,5	12,9	15,9

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
11/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
12/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
13/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
14/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	D-4 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	F-3 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	E-4 CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		21,2			14,9			8,5		
0,050		60,5			42,3			24,2		
0,075		114,6			80,2			45,8		
0,100	1000	153,9	286,5	28,7	107,7	200,6	20,1	61,5	114,6	11,5
0,125		236,6			165,6			94,7		
0,150		304,5			213,2			121,8		
0,175		373,5			261,5			149,4		
0,200	1500	443,5	565,0	37,7	310,5	406,0	27,0	177,4	230,0	15,3
0,300		725,8			508,1			290,3		
0,400		997,4			698,2			399,0		
0,500		1167,2			817,1			466,9		

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

Equipo usados
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-JCH
 Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867



FORMULARIO

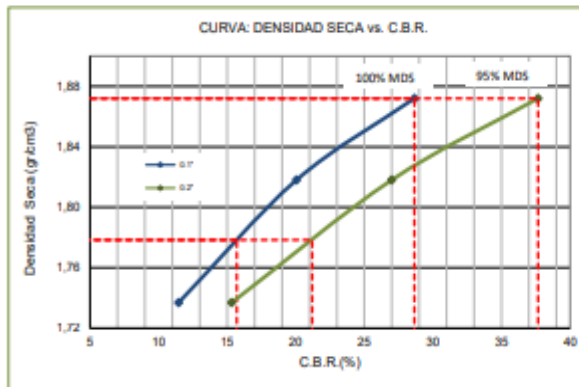
Código : D-20
 Revisión : 1
 Fecha : -
 Página : 3 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 10/10/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL + 3% CENIZAS TRIGO
 Prof.(m) : -
 Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

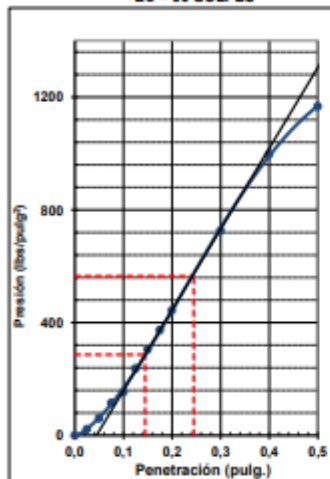


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,872
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12,8
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,778

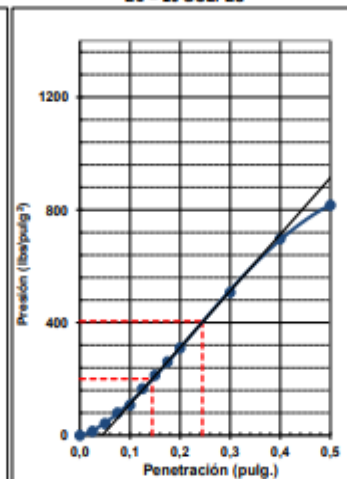
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1°	28,7	0.2°	37,7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1°	15,7	0.2°	21,2

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1° = 28,7
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1° = 15,7
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2° = 37,7
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2° = 21,2

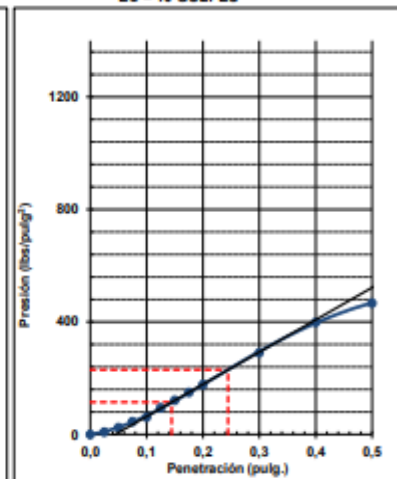
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES




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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO
 IN. LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 10/10/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL + 6% CENIZAS TRIGO
 Prof.(m) : -

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

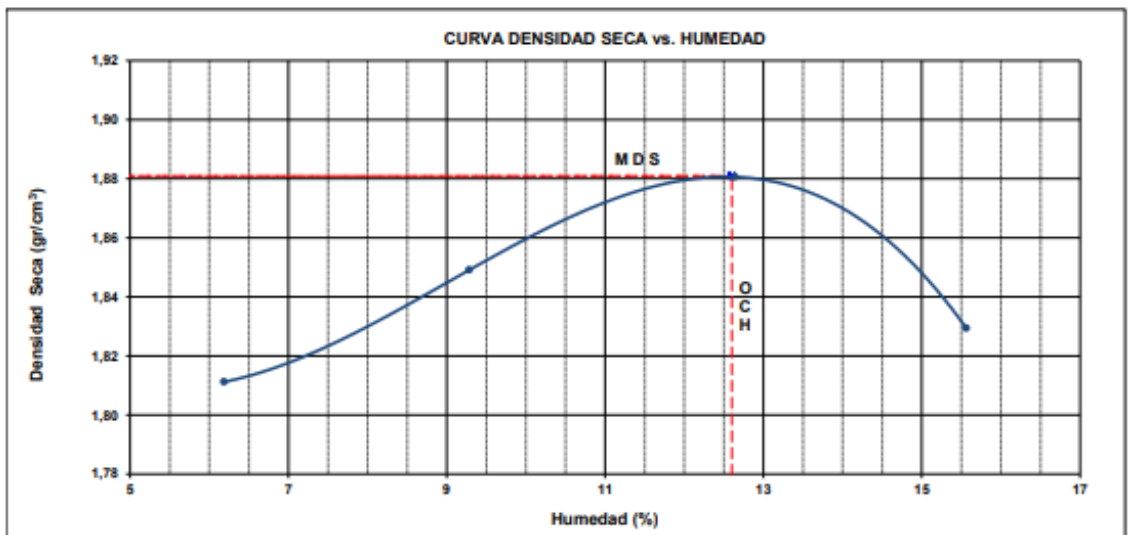
Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
 Metodo : A

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5998	6090	6182	6178	
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184	
Peso suelo compacto (gr)	1814	1906	1998	1994	
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2	
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,923	2,021	2,118	2,114	
Densidad seca (gr/cm ³)	1,811	1,849	1,881	1,829	

HUMEDAD					
Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo humedo (gr)	511,8	531,7	485,6	501,3	
Tara + suelo seco (gr)	485,2	492,0	439,0	442,8	
Peso del agua (gr)	26,6	39,7	46,6	58,5	
Peso de tara (gr)	55,2	64,4	70,3	66,9	
Peso suelo seco (gr)	430,0	427,6	368,7	375,9	
Contenido de humedad(%)	6,2	9,3	12,6	15,6	

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,881 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 12,6 (%)




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

Equipo usados
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-JCH
 Mag. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 10/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L. 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	
Calicata : C-1	Cantera : -
Muestra : NATURAL + 6% CENIZAS TRIGO	Progresiva : -
Prof.(m) : -	Coordenadas : -
	Clasificación SUCS : SM
	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
MDS (gr/cm ³) : 1,881	
OCH (%) : 12,6	

COMPACTACIÓN

N° molde	C-2		A-6		A-2	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12906	12970	12174	12329	12036	12236
Peso del Molde (gr)	8402	8402	7792	7792	7906	7906
Peso suelo compacto (gr)	4504	4568	4382	4537	4130	4330
Volumen del Molde (cm ³)	2126	2126	2142	2142	2129	2129
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,119	2,149	2,046	2,118	1,940	2,034
Densidad seca (gr/cm ³)	1,881	1,896	1,815	1,852	1,725	1,759

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	420,8	503,3	518,1	555,8	501,3	476,9
Tara + suelo seco (gr)	382,5	451,9	468,7	493,0	455,0	420,6
Peso del agua (gr)	38,3	51,4	49,4	62,8	46,3	56,3
Peso de tara (gr)	79,1	65,6	79,7	56,8	84,6	60,1
Peso suelo seco (gr)	303,4	386,3	389,0	436,2	370,4	360,5
Contenido de humedad(%)	12,6	13,3	12,7	14,4	12,5	15,6

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
11/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
12/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
13/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
14/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00


PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	C-2		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	A-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	A-2	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg ²	CBR (%)		Lb pulg ²	CBR (%)		Lb pulg ²	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		35,7			27,4			19,2		
0,050		81,3			62,6			43,8		
0,075		144,1			110,9			77,6		
0,100	1000	215,5	330,8	33,1	165,8	254,5	25,4	116,0	178,1	17,8
0,125		291,1			224,0			156,8		
0,150		362,5			278,8			196,2		
0,175		466,7			359,0			251,3		
0,200	1500	558,0	663,0	44,2	429,3	615,0	34,3	300,5	361,0	24,1
0,300		847,7			652,1			456,5		
0,400		1116,1			858,5			601,0		
0,500		1310,1			1007,8			705,5		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante. Equipo usados
 Realizado por : Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro. Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



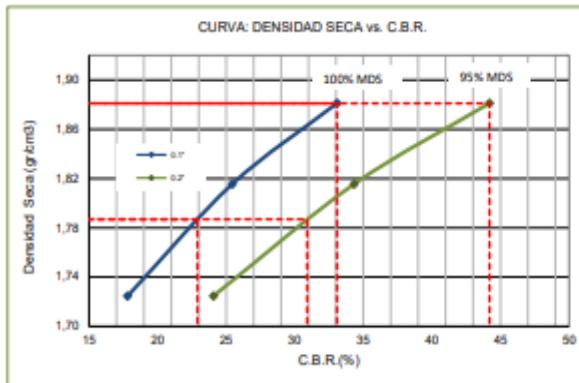

JAVIER FRANCISCO
 IN LCA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 10/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 6% CENIZAS TRIGO	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

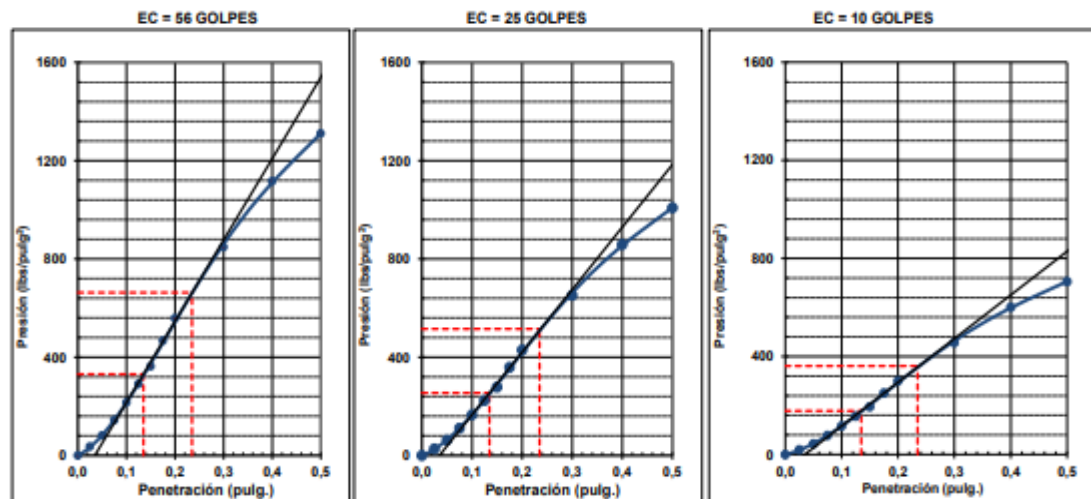


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1,881
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12,6
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1,787

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	: 33,1	0.2"	: 44,2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	: 22,9	0.2"	: 30,9

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	=	33,1
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	=	22,9
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	=	44,2
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	=	30,9




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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 FRANCISCO
 H. LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 10/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L., 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 9% CENIZAS TRIGO	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

Peso específico : -
Metodo : A

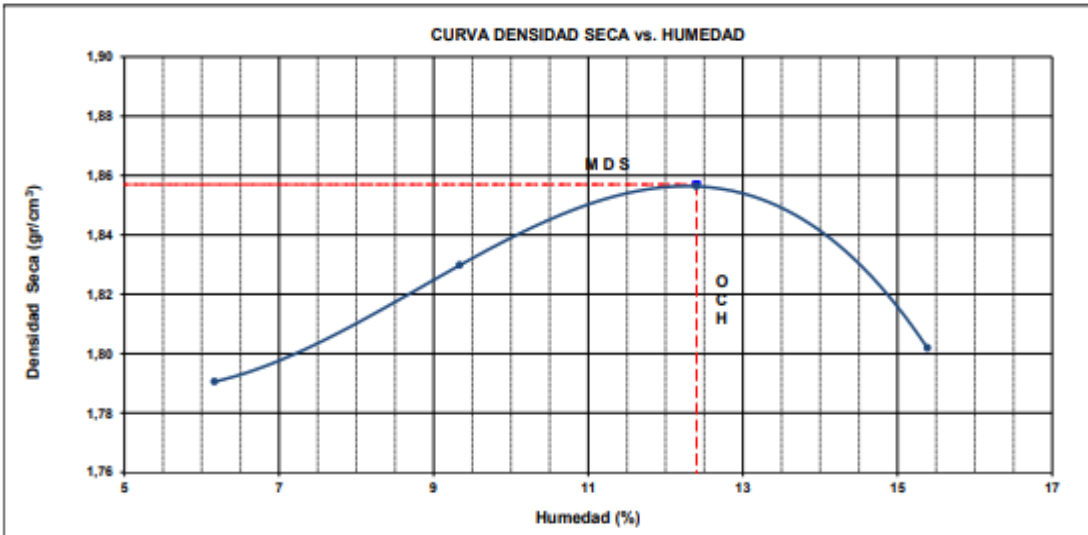
COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5977	6071	6152	6145
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1793	1887	1968	1961
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,901	2,001	2,087	2,079
Densidad seca (gr/cm ³)	1,791	1,830	1,856	1,802

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	437,2	490,6	512,8	536,9
Tara + suelo seco (gr)	415,0	454,2	463,5	475,0
Peso del agua (gr)	22,2	36,4	49,3	61,9
Peso de tara (gr)	55,0	64,4	65,9	72,7
Peso suelo seco (gr)	360,0	389,8	397,6	402,3
Contenido de humedad(%)	6,2	9,3	12,4	15,4

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,857 (gr/cm³)
Optimo Contenido Humedad(%) : 12,4 (%)




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

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 FRANCISCO LOZA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L., 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 10/10/21

Calicata : C-1
 Muestra : NATURAL + 9% CENIZAS TRIGO
 Prof.(m) : -

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

MDS (gr/cm3) : 1,857
 OCH (%) : 12,4

COMPACTACIÓN

N° molde	C-3		D-15		B-1	
	56		25		10	
N° de golpes por capa	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12801	12881	12260	12291	11928	12138
Peso del Molde (gr)	8381	8381	7941	7941	7796	7796
Peso suelo compacto (gr)	4420	4500	4319	4350	4132	4342
Volumen del Molde (cm3)	2118	2118	2126	2126	2144	2144
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,087	2,125	2,031	2,046	1,928	2,026
Densidad seca (gr/cm3)	1,857	1,878	1,805	1,795	1,711	1,751

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	506,4	545,9	548,7	555,8	432,5	476,9
Tara + suelo seco (gr)	459,7	490,0	495,0	497,3	392,9	421,8
Peso del agua (gr)	46,7	55,9	53,7	58,5	39,6	55,1
Peso de tara (gr)	83,1	65,6	65,7	78,7	80,2	69,8
Peso suelo seco (gr)	376,6	424,4	429,3	418,6	312,7	352,0
Contenido de humedad(%)	12,4	13,2	12,5	14,0	12,7	15,7

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
11/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
12/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
13/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
14/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-3		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	D-15		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	B-1	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		57,0			39,9			22,8		
0,050		142,5			99,8			57,0		
0,075		217,0			151,9			86,8		
0,100	1000	298,2	342,3	34,2	208,7	239,6	24,0	119,3	136,9	13,7
0,125		388,0			271,6			155,2		
0,150		475,7			333,0			190,3		
0,175		556,9			389,8			222,7		
0,200	1500	655,5	675,0	45,0	458,9	475,0	31,7	262,2	270,0	18,0
0,300		903,3			632,3			361,3		
0,400		1153,2			807,2			461,3		
0,500		1319,8			923,9			527,9		


Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Equipo usados
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-JCH
 Maq. Ensayo 50Kn

Realizado por



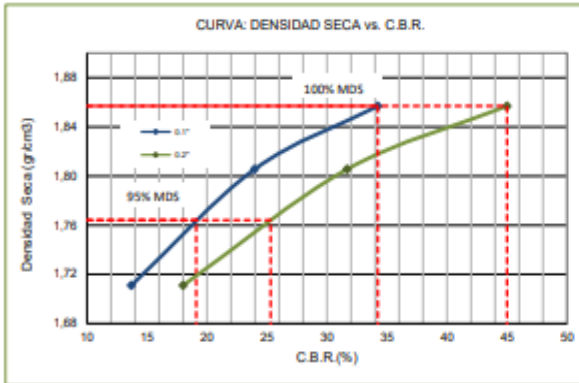
Francisco
 FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 10/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-1	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 9% CENIZAS TRIGO	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

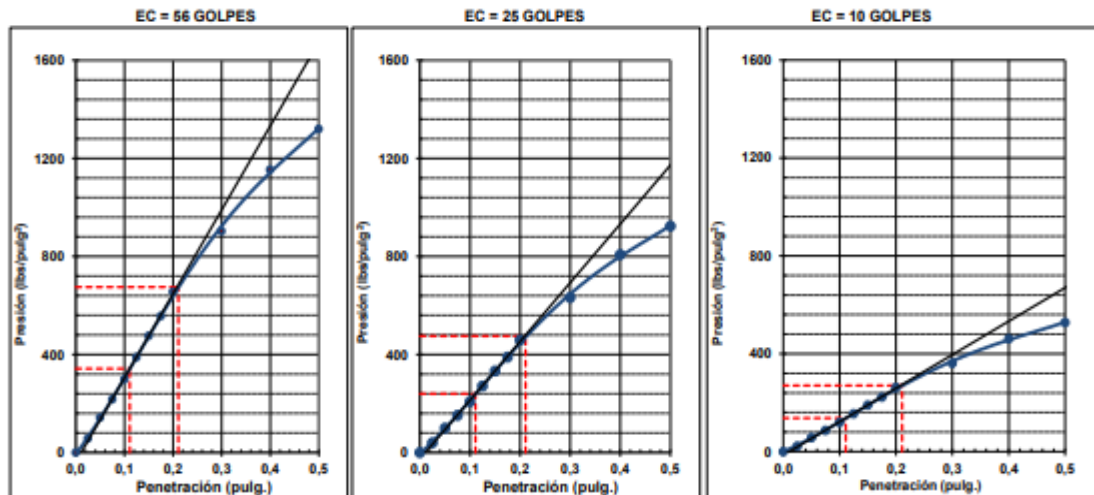


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1,857
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12,4
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1,764

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	: 34,2	0.2"	: 45,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	: 19,1	0.2"	: 25,3

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 34,2
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 19,1
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 45,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 25,3




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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



José María
 JOSÉ FRANCISCO
 DE LA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 10/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L., 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-3	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 12% CENIZAS TRIGO	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

Peso específico : -
Metodo : A

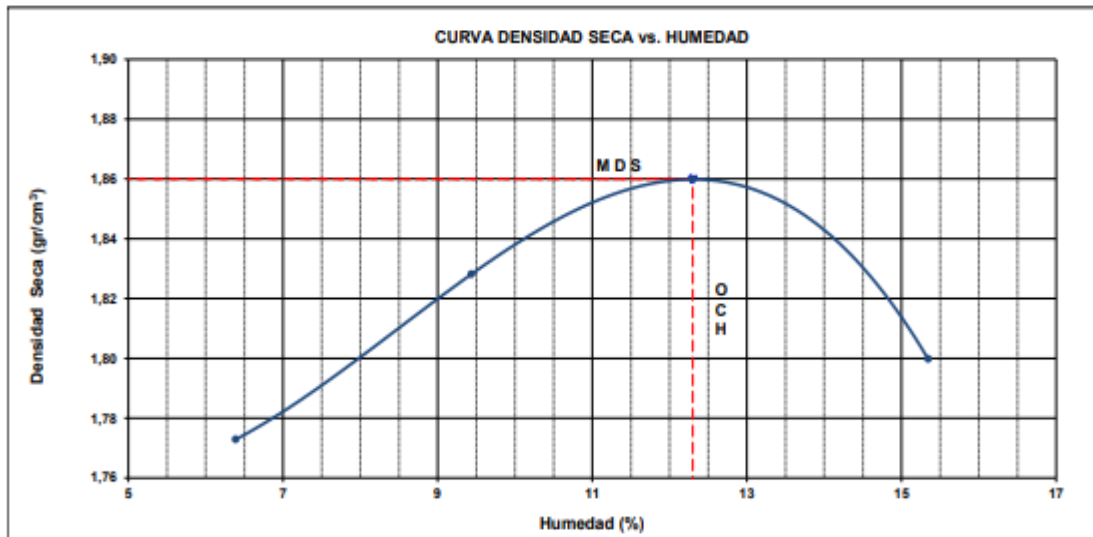
COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5963	6071	6154	6142
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1779	1887	1970	1958
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,886	2,001	2,089	2,076
Densidad seca (gr/cm ³)	1,773	1,828	1,860	1,800

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	560,9	585,5	584,7	536,6
Tara + suelo seco (gr)	530,9	540,0	529,3	477,2
Peso del agua (gr)	30,0	45,5	55,4	59,4
Peso de tara (gr)	61,3	57,8	78,9	90,1
Peso suelo seco (gr)	469,6	482,2	450,4	387,1
Contenido de humedad(%)	6,4	9,4	12,3	15,3

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,860 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 12,3 (%)




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

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 FRANCISCO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 10/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L. 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-3	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 12% CENIZAS TRIGO	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	
MDS (gr/cm ³) : 1,860		
OCH (%) : 12,3		

COMPACTACIÓN

N° molde	D-2		C-6		C-4	
	56		25		10	
N° de golpes por capa	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Condición de la muestra						
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	10827	10887	12805	12906	12636	12756
Peso del Molde (gr)	6420	6420	8491	8491	8515	8515
Peso suelo compacto (gr)	4407	4467	4314	4415	4121	4241
Volumen del Molde (cm ³)	2110	2110	2126	2126	2127	2127
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,088	2,117	2,029	2,077	1,938	1,994
Densidad seca (gr/cm ³)	1,860	1,874	1,809	1,828	1,724	1,743

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	526,6	623,3	588,9	555,8	602,3	569,6
Tara + suelo seco (gr)	477,3	560,6	532,1	498,6	542,0	503,6
Peso del agua (gr)	49,3	62,7	56,8	57,2	60,3	66,0
Peso de tara (gr)	75,6	75,8	65,6	78,7	55,7	45,5
Peso suelo seco (gr)	401,7	484,8	466,5	419,9	486,3	458,1
Contenido de humedad(%)	12,3	12,9	12,2	13,6	12,4	14,4

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
11/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
12/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
13/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
14/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	D-2		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	C-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	C-4	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb/pulg ²	CBR (%)		Lb/pulg ²	CBR (%)		Lb/pulg ²	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		53,1			37,2			21,2		
0,050		132,8			92,9			53,1		
0,075		202,2			141,5			80,9		
0,100	1000	277,8	318,9	31,9	194,4	223,2	22,3	111,1	127,6	12,8
0,125		361,5			253,1			144,6		
0,150		443,2			310,2			177,3		
0,175		518,8			363,1			207,5		
0,200	1500	610,7	630,0	42,0	427,5	440,0	29,3	244,3	253,0	16,9
0,300		841,5			589,0			336,6		
0,400		1074,3			752,0			429,7		
0,500		1229,5			860,7			491,8		


Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por




 FRANCISCO LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567

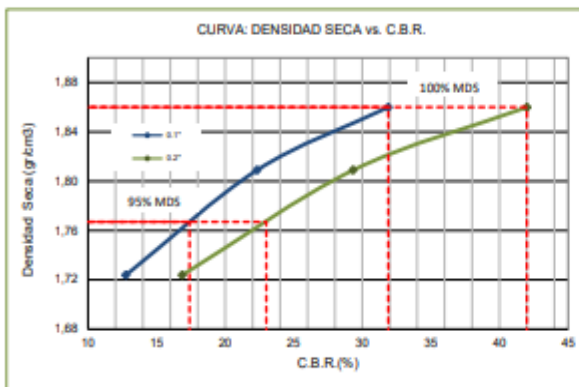
Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAU4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184	Fecha de Recepción : 29/09/21
SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN	Fecha de Ejecución : 10/10/21
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L., 2021.	
UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.	
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021	

Calicata : C-3	Cantera : -	Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 12% CENIZAS TRIGO	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	



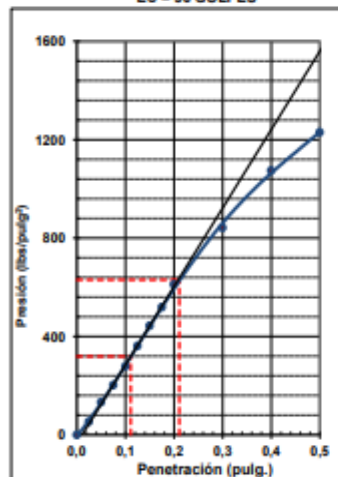
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1,860
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12,3
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1,767

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	: 31,9	0.2"	: 42,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	: 17,4	0.2"	: 23,0

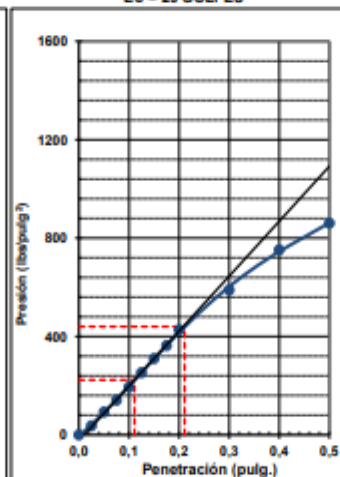
RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 31,9
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 17,4
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 42,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 23,0

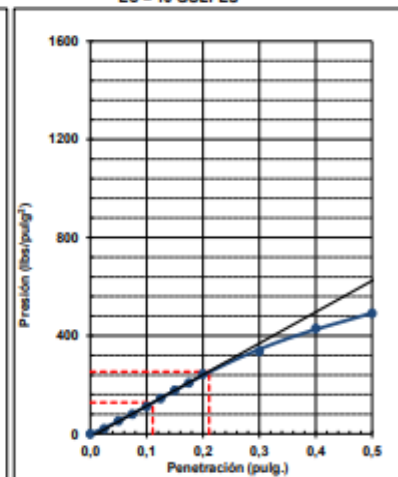
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES




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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




JAVIER FRANCISCO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 10/10/21

Calicata : C-3
 Muestra : NATURAL + 15% CENIZAS TRIGO
 Prof.(m) : -

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
 Metodo : A

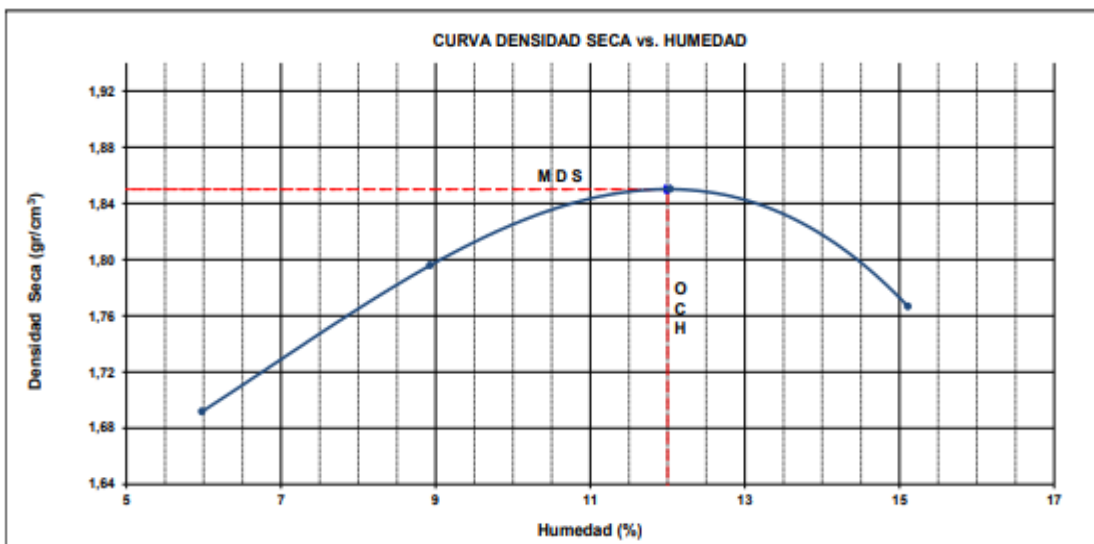
COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5875	6029	6139	6102
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1691	1845	1955	1918
Volumen del Molde (cm ³)	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1,793	1,956	2,073	2,034
Densidad seca (gr/cm ³)	1,692	1,796	1,850	1,767

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	526,3	478,9	515,6	488,0
Tara + suelo seco (gr)	501,0	445,0	465,6	435,6
Peso del agua (gr)	25,3	33,9	50,0	52,4
Peso de tara (gr)	77,7	65,3	50,1	88,9
Peso suelo seco (gr)	423,3	379,7	415,5	346,7
Contenido de humedad(%)	6,0	8,9	12,0	15,1

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1,850 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 12,0 (%)



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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 FRANCISCO
 H. LORA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 2 de 3

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

N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE S.J.L. 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, S.J.L.
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 10/10/21

Calicata : C-3
 Muestra : NATURAL + 15% CENIZAS TRIGO
 Prof.(m) : -
 Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

MDS (gr/cm3) : 1,850
 OCH (%) : 12,0

COMPACTACIÓN

N° molde	C-1		E-5		E-1	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11560	11612	12370	12472	11870	12036
Peso del Molde (gr)	7101	7101	8081	8081	7832	7832
Peso suelo compacto (gr)	4459	4511	4289	4391	4038	4204
Volumen del Molde (cm3)	2152	2152	2130	2130	2123	2123
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.072	2.096	2.013	2.061	1.902	1.980
Densidad seca (gr/cm3)	1,850	1,859	1,797	1,816	1,700	1,730

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	526,9	611,8	562,3	525,5	489,9	500,3
Tara + suelo seco (gr)	479,7	550,6	507,8	470,9	445,5	444,8
Peso del agua (gr)	47,2	61,2	54,5	54,6	44,4	55,5
Peso de tara (gr)	85,9	70,3	55,8	65,7	72,2	60,1
Peso suelo seco (gr)	393,8	480,3	452,0	405,2	373,3	384,7
Contenido de humedad(%)	12,0	12,7	12,1	13,5	11,9	14,4

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
11/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
12/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
13/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
14/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN


PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-1 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	E-5 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	E-1 CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		49,9			35,0			20,0		
0,050		124,8			87,4			49,9		
0,075		190,1			133,1			76,1		
0,100	1000	261,2	299,9	30,0	182,8	209,9	21,0	104,5	120,0	12,0
0,125		339,9			237,9			136,0		
0,150		416,7			291,7			166,7		
0,175		487,8			341,5			195,1		
0,200	1500	574,2	593,0	39,5	402,0	410,0	27,3	229,7	240,0	16,0
0,300		791,2			553,9			316,5		
0,400		1010,2			707,1			404,1		
0,500		1156,1			809,3			462,4		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Realizado por : Se aplicó una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Equipo usados
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TA4001-N°1
 Hor-01-JCH
 Maq. Ensayo 50Kn



Francisco
 FRANCISCO
 DE LA LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193567

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

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

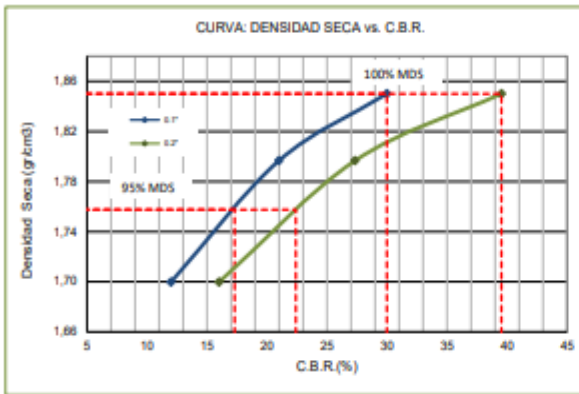
N° INFORME : JCH 21-184
 SOLICITANTE : EDUARDO FELICIAN MALQUI LIÑAN
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE SJL, 2021.
 UBICACIÓN : AV. CANTO GRANDE, SJL
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 29/09/21
 Fecha de Ejecución : 10/10/21

Calicata : C-3
 Muestra : NATURAL + 15% CENIZAS TRIGO
 Prof.(m) : -

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

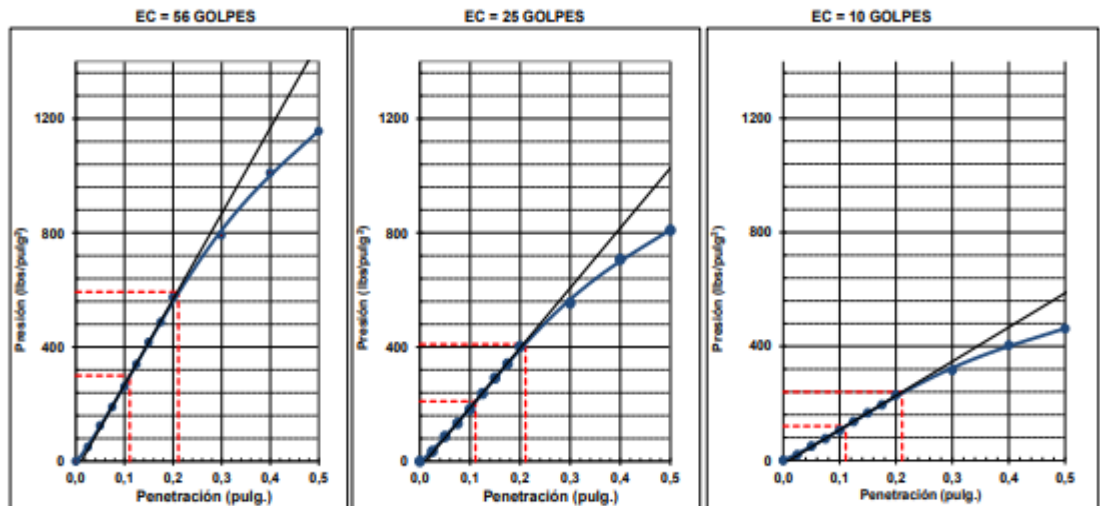
Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,850
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12,0
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,758

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1°	30,0	0.2°	39,5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1°	17,3	0.2°	22,4

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1° = 30,0
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1° = 17,3
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2° = 39,5
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2° = 22,4



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

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 AVIOR FRANCISCO
 B. LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Anexo 4: Validación de instrumentos.

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Daniel Antonio Mendo Taquire

Institución donde labora : Experto Independiente

Especialidad : Ingeniero Civil

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s): Malqui Liñan, Eduardo Felician

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		47				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47


DANIEL ANTONIO
MENDO TAQUIRE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 22865

Lima, 02 de Julio del 2021

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Luis Enrique Zapata Núñez

Institución donde labora : Experto Independiente

Especialidad : Arquitecto

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s): Malqui Liñan, Eduardo Felician

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					48	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Lima, 01 de Julio del 2021


 Luis Enrique Zapata Núñez
ARQUITECTO
CAP 15219

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Jorge Marco Fernández Paucar

Institución donde labora : SinoHydro Corporation Limited Sucursal del Perú

Especialidad : Ingeniero Civil

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s): Malqui Liñan, Eduardo Felician

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		49				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49

Lima, 30 de junio del 2021

Responsable del Registro
SINOHYDRO CORPORATION
LIMITED SUCURSAL DEL PERU
JORGE MARCO A. FERNÁNDEZ PAUCAR
ING. CIVIL

Anexo 5: Confiabilidad.

 Punto de Precisión SAC	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Instituto Peruano de Acreditación Número LC-033
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-343-2021		
Página: 1 de 3		
Expediente	: T 226-2021	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2021-05-10	
1. Solicitante	: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Dirección	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: SJX6201/E	
Número de Serie	: B742840540	
Alcance de Indicación	: 6 200 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g	
División de Escala Real (d)	: 0,1 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: BAL-005	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2021-06-10	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
 PT-05 F06 / Diciembre 2018 / Rev 02	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Punto de Precisión SAC

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



Registra N° 10 - 008

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-343-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,0	20,0
Humedad Relativa	80,2	80,2

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 6 200,0 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 200,7 g para una carga de 6 200,0 g

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

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

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

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

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 100,0 g			Carga L2= 6 200,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	3 099,9	0,01	-0,06	6 200,1	0,09	0,05
2	3 099,9	0,05	-0,10	6 200,1	0,05	0,09
3	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,1	0,07	0,07
4	3 099,9	0,02	-0,07	6 200,1	0,06	0,08
5	3 100,0	0,09	-0,04	6 200,1	0,09	0,06
6	3 099,9	0,03	-0,08	6 200,2	0,09	0,15
7	3 099,9	0,01	-0,06	6 200,2	0,05	0,19
8	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,1	0,07	0,07
9	3 100,0	0,02	0,03	6 200,1	0,06	0,09
10	3 100,0	0,06	-0,03	6 200,2	0,09	0,15
Diferencia Máxima			0,13	0,14		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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



Registro 033-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-343-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	4
3	

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Temperatura (°C)				Temperatura (°C)				
	Inicial		Final		Inicial		Final		
	20.0		20.0		20.0		20.0		
	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	F (g)	AL (g)	E _g (g)	Carga L (g)	F (g)	AL (g)	E (g)	E _g (g)
1	1.0	1.0	0.04	0.01	2.000.0	2.000.0	0.09	-0.04	-0.05
2		1.0	0.05	-0.03		1.999.9	0.02	-0.07	-0.04
3		1.0	0.02	0.03		1.999.9	0.03	-0.08	-0.11
4		1.0	0.09	-0.04		1.999.9	0.01	-0.06	-0.02
5		1.0	0.01	0.04		1.999.9	0.04	-0.09	-0.13
Error máximo permitido: ± 0.3 g									

(*) valor entre 0 y 10 s

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Temperatura (°C)				Temperatura (°C)				± error (g)
	Inicial		Final		Inicial		Final		
	CRECIENTES				DECRECIENTES				
	F (g)	AL (g)	E (g)	E _g (g)	F (g)	AL (g)	E (g)	E _g (g)	
1.00	1.0	0.02	0.03						
5.00	5.0	0.07	-0.02	-0.05	5.0	0.03	0.02	-0.01	0.1
20.00	20.0	0.08	-0.04	-0.07	20.0	0.05	-0.01	-0.04	0.1
50.00	50.0	0.01	0.04	0.01	50.0	0.02	0.03	0.00	0.1
500.00	500.0	0.08	-0.03	-0.06	500.0	0.08	-0.03	-0.06	0.1
1.000.00	1.000.0	0.03	0.02	-0.01	1.000.0	0.07	-0.02	-0.05	0.2
1.500.00	1.499.9	0.07	-0.12	-0.15	1.500.0	0.04	0.01	-0.02	0.2
2.000.00	2.000.0	0.02	0.03	0.00	1.999.9	0.02	-0.07	-0.10	0.2
5.000.01	5.000.1	0.09	0.05	0.02	5.000.1	0.05	0.05	0.03	0.3
6.000.01	6.000.0	0.01	0.03	0.00	6.000.0	0.01	0.03	0.00	0.3
6.200.01	6.200.2	0.09	0.15	0.12	6.200.2	0.09	0.15	0.12	0.3

(*) E.P.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 5,54 \times 10^{-7} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,25 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 4,89 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga incrementada E: Error encontrado E_L: Error en cero E_g: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-05 F06 / Diciembre 2016 / Rev 03

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telef. 292-5105

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

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



Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 331-2021
Fecha de Emisión : 2021-08-17

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

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-001

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-08-16

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

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

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

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

3. Método de Calibración

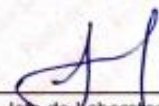
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	19,2	19,8
Humedad Relativa	78,3	79,2

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 999,0 g para una carga de 4 000,0 g

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

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

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

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

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERÓ	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
INVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	19,2			19,5		
	Carga L1= 2 000,0 g			Carga L2= 4 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,01
2	2 000,1	0,06	0,09	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,06	-0,03	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,06	-0,03	4 000,0	0,07	-0,02
6	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,06	-0,01
7	2 000,0	0,06	-0,03	4 000,0	0,09	-0,04
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
9	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,07	-0,02
10	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,01
Diferencia Máxima			0,13			0,03
Error máximo permitido ±	0,3 g			±		0,3 g



PT-05.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-439-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)				Temp. (°C)				
	Inicial				Final				
	19,5				19,8				
Carga mínima (g)	Determinación de E _s				Determinación del Error corregido				
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,0	0,08	-0,03		1 300,0	1 300,0	0,07	-0,02	0,01
2	1,0	0,09	-0,04			1 300,0	0,07	-0,02	0,02
3	1,0	0,06	-0,01			1 300,1	0,05	0,09	0,10
4	1,0	0,09	-0,04			1 300,0	0,08	-0,03	0,01
5	1,0	0,08	-0,03			1 299,9	0,09	-0,14	-0,11
Error máximo permitido: ± 0,2 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Temp. (°C)				Temp. (°C)				± emp (g)
	Inicial				Final				
	19,8				19,8				
	CRECIENTES				DECRECIENTES				
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
5,00	5,0	0,06	-0,01	0,01	5,0	0,08	-0,03	-0,01	0,1
50,00	50,0	0,08	-0,03	-0,01	50,0	0,09	-0,04	-0,02	0,1
100,00	100,1	0,09	0,06	0,08	100,0	0,07	-0,02	0,00	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	0,00	500,0	0,06	-0,01	0,01	0,1
700,00	700,0	0,06	-0,01	0,01	700,0	0,09	-0,04	-0,02	0,2
1 000,00	1 000,0	0,08	-0,03	-0,01	1 000,0	0,08	-0,03	-0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,09	-0,04	-0,02	1 500,0	0,09	-0,04	-0,02	0,2
2 000,00	2 000,1	0,08	0,07	0,09	2 000,1	0,06	0,09	0,11	0,2
3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	0,01	3 000,0	0,09	-0,04	-0,02	0,3
4 000,00	4 000,0	0,09	-0,04	-0,02	4 000,0	0,09	-0,04	-0,02	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,70 \times 10^{-9} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,65 \times 10^{-9} \text{ g}^2 + 1,12 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06_F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 875 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 226-2021
Fecha de emisión : 2021-06-11

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

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

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

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : FORNEY
Modelo de Copa : LA-3700
Serie de Copa : NO INDICA
Código de Identificación : ELC-003

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
10 - JUNIO - 2021

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9901 - 2020	INACAL - DM

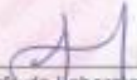
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,3
Humedad %	80	80

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9820

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

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 875 - 2021

Página 2 de 2

Medidas Verificadas



COPA CASAGRANDE								RAAJURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	H	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDAD DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	54,80	1,68	27,45	47,28	50,71	150,07	124,56	9,98	2,06	13,29
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,6
TOLERANCIA \pm	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,86	-0,32	0,48	0,28	0,71	0,07	-0,42	-0,02	0,06	-0,21




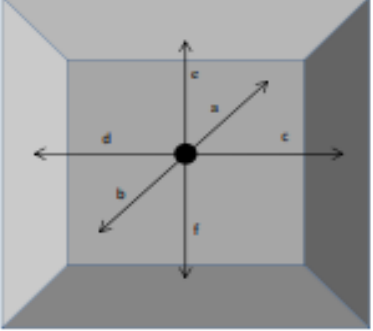
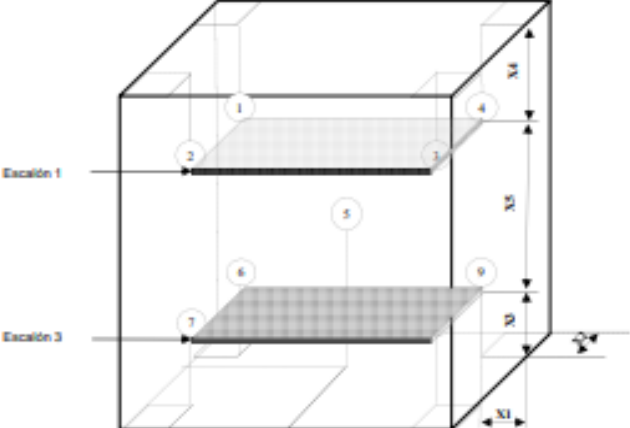
FRONTAL DOCUMENTO



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0193-001-21

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	LABORATORIO DE SUELOS JOH S.A.C.					
DIRECCIÓN:	AV. PRÓCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO					
TELÉFONO:	976 331 849 / 01 6935014					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	JEAN CARLOS CHÁVEZ RODRÍGUEZ					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
EQUIPO:	HORNO	TIPO:	CONVECCIÓN NATURAL			
MARCA:	A&A INSTRUMENTS	UNIDAD DE MEDIDA:	°C			
MODELO:	5THX-3A	RESOLUCIÓN:	0,1			
SERIE:	181046	INTERVALO DE MEDIDA:	(50 a 300) °C			
CÓDIGO :	HCR-001	UBICACIÓN:	ÁREA ESPECIAL			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PT.014	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000522	2021-08-25	CC-0104-108-20
ELP.PT.015	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000580	2021-08-25	CCP-0104-112-20
ELP.PT.016	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000512	2021-08-25	CCP-0104-116-20
ELP.PT.041	FLEXÓMETRO	TRUPER	PH-5M	NO ESPECÍFICA	2021-07-03	CCP-0104-027-20
ELP.PT.079	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	192445055	2021-08-30	6530-19674043
ELP.PT.055	TERMOMIGRÓMETRO	ELC	TH-0510	NO ESPECÍFICA	2021-10-26	CCP-0104-096-20
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del CENAM (Centro Nacional de Metrología - México) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
MÉTODO Y CONDICIONES DE LA CALIBRACIÓN						
CALIBRACIÓN:	ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y UNIFORMIDAD EN 9 LOCACIONES (VOLUMEN ÚTIL)					
MÉTODO:	MEDICIÓN Y COMPARACIÓN DIRECTA CON REGISTRADORES DE TEMPERATURA					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	DKD-R 5-7, EDITION 07/2004 (ENGLISH TRANSLATION 02/2009), MÉTODO A					
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.35					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	ÁREA ESPECIAL					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	27,1 °C	±0,3 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	46,3 %HR	±0,2 %HR				
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	986 hPa	±0 hPa				
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado corresponde a la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó el calibración.						
NOTAS: - Los resultados indicados son válidos solamente para el volumen de trabajo delimitado por los 8 sensores, el resto de la cámara no se considera caracterizada. - Las influencias debidas al efecto de la carga y la radiación no han sido estudiadas y por lo tanto tampoco fueron consideradas en la estimación de la incertidumbre. - La temperatura media de los sensores patrón han sido corregidas tomando en cuenta las desviaciones indicadas en sus certificados de calibración y representa a la mejor estimación del valor verdadero. - La temperatura media en el indicador del equipo bajo prueba y su corrección han sido redondeadas de acuerdo a las cifras decimales que posee la incertidumbre expandida reportada (véase 7.2.6 de la GUM). - La temperatura del aire se obtiene sumando la lectura del indicador más la corrección de la indicación.						

		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Ventilación: No de Puertos: Posición de los puertos: Ubicación del sensor de Referencia: Sobre escalón No: Calibración (vacío/carga):	NATURAL 1 ABIERTO CENTRO GEOMÉTRICO 3 VACÍO	
UBICACIÓN DEL SENSOR DE REFERENCIA		
tramo a= 28,0 cm b= 28,0 cm c= 30,0 cm d= 30,0 cm e= 39,0 cm f= 39,0 cm  sensor de referencia		
UBICACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS 8 SENSORES Y EL SENSOR DE REFERENCIA		
	Medidas de ubicación de sensores en las 8 esquinas x1= 3,0 cm x2= 3,0 cm x3= 35,0 cm x4= 4,0 cm x5= 39,0 cm	
INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD		
Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con la temperatura requerida y con la tolerancia (requisitos especificados por el cliente) si cumple los siguientes criterios: a) La mejor estimación de la temperatura (registrada por el sensor 5 o de referencia) se encuentra en el intervalo de trabajo proporcionado por el cliente (nominal de prueba a la tolerancia). b) La incertidumbre expandida de medición (U) asociada a la estimación de la temperatura es menor o igual a la tolerancia: $U \leq Td$. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: De acuerdo a los resultados reportados en este CERTIFICADO, el ítem de CALIBRACIÓN se considera como CONFORME con los requisitos especificados (temperatura requerida y tolerancia).		
CALIBRACIÓN REALIZADO POR: FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: FECHA DE CALIBRACIÓN:	Richard Díaz 2021-02-26 2021-02-26	FECHA DE EMISIÓN: 2021-03-01



Autenticación de certificado

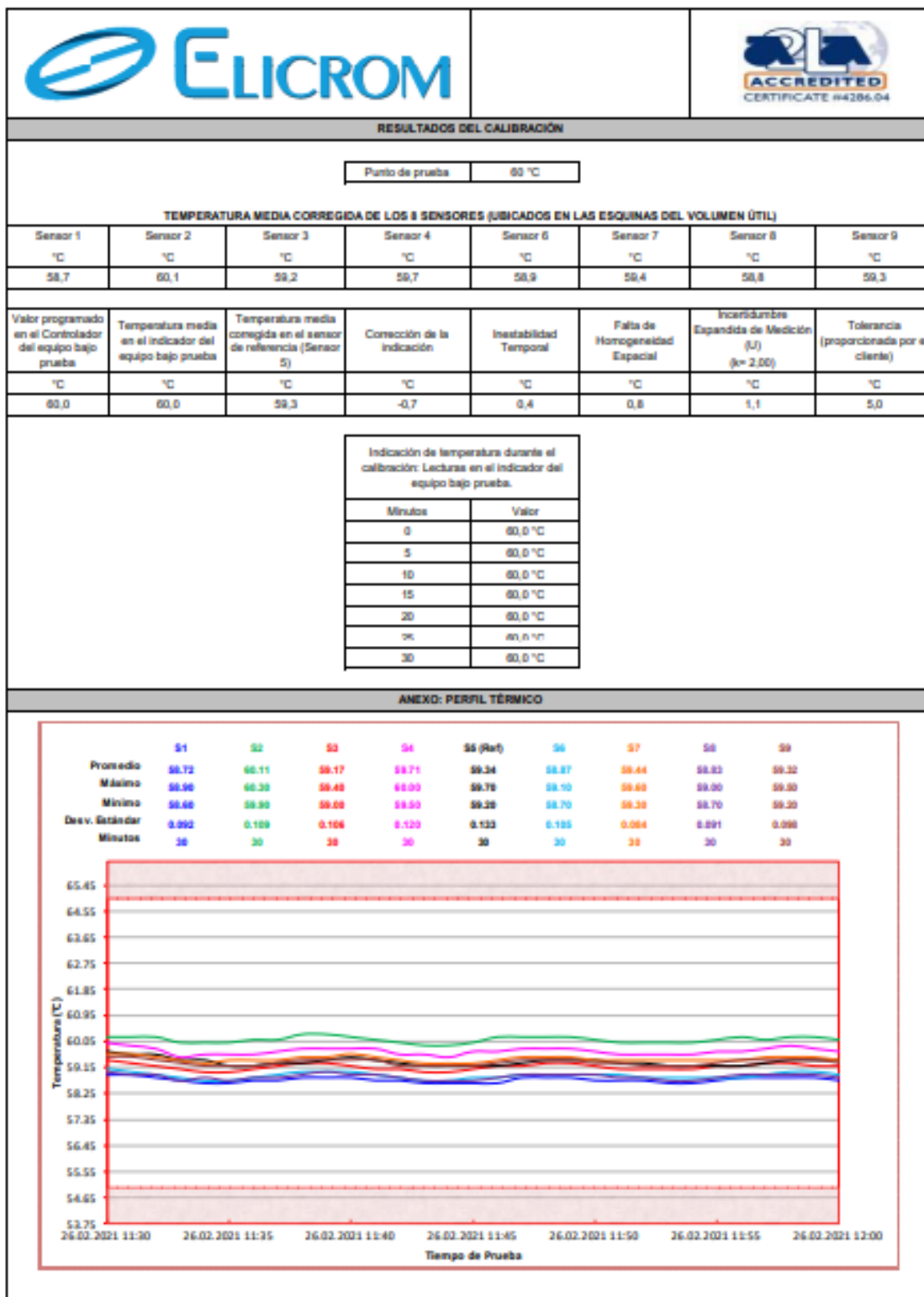
Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente general - Autorización PE2703195P



Sustento legal de firma electrónica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0193-001-21



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0193-001-21



RESULTADOS DEL CALIBRACIÓN

Punto de prueba 110 °C

TEMPERATURA MEDIA CORREGIDA DE LOS 8 SENSORES (UBICADOS EN LAS ESQUINAS DEL VOLUMEN ÚTIL)

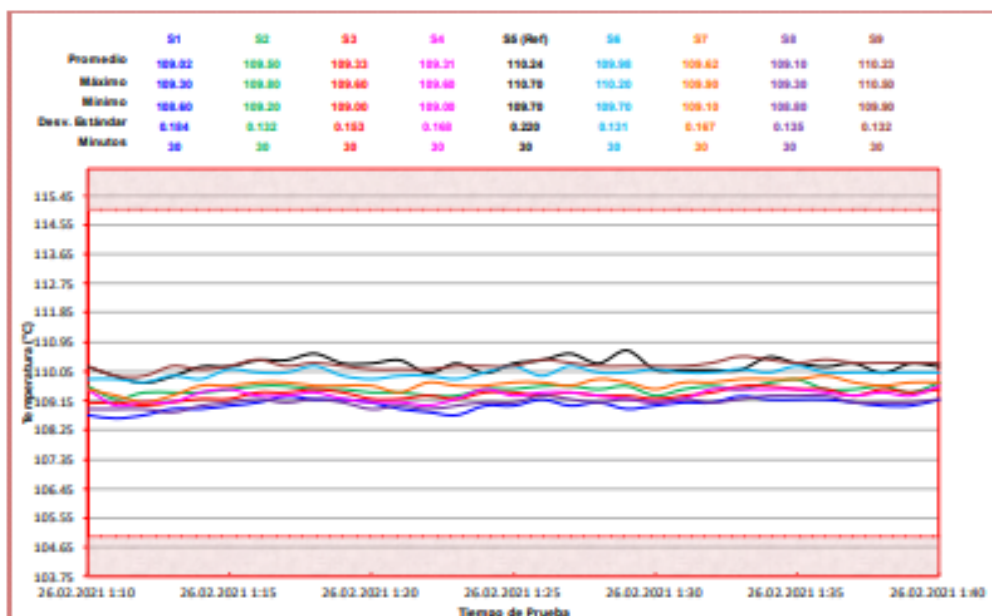
Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9
109,0	109,5	109,3	109,3	110,0	109,6	109,1	110,2

Valor programado en el Controlador del equipo bajo prueba	Temperatura media en el indicador del equipo bajo prueba	Temperatura media corregida en el sensor de referencia (Sensor 5)	Corrección de la indicación	Inestabilidad Temporal	Falta de Homogeneidad Espacial	Incertidumbre Expandida de Medición (U) (k= 2,00)	Tolerancia (proporcionada por el cliente)
110,0	110,0	110,2	0,2	0,5	1,2	1,6	5,0

Indicación de temperatura durante el calibración: Lecturas en el indicador del equipo bajo prueba.

Minutos	Valor
0	110,0 °C
5	110,0 °C
10	110,0 °C
15	110,0 °C
20	110,0 °C
25	110,0 °C
30	110,0 °C

ANEXO: PERFIL TÉRMICO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

041-CT-T-2021

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 038-A-01-2021
Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : Av. Próceros de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho -Lima - Perú
Equipo/ Instrumento : HORNO
Marca : A&A INSTRUMENTS
Modelo : STHX-2A
Serie : 190546
Identificación : HOR-002 (*)
Ubicación : Área de Químicos
Procedencia : No indica
Tipo de Ventilación : Natural
Nro. de Niveles : 4

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

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

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Especificaciones de los instrumentos del equipo

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

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

Fecha de calibración : Del 2021-02-09 al 2021-02-10
Lugar: : Área de Químicos - LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Av. Próceros de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho -Lima - Perú
Método utilizado: : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2021-02-16

Fecha de emisión


Angel G. Alvarez Navarro
Jefe de Metrología


Mirian A. Velasco Navarro
Gerente General

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

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

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

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

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	31,5	32,6
Humedad Relativa %hr	44	40

Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,16 °C.	184-CT-T-2020
Patrones de Referencia a METROIL	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,3 °C / 3,3 %hr	T-1911-2020
Patrones de Referencia a METROIL	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,003 s a 0,03 s	T's-0100-2020
Patrones de Referencia METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0130-2020
Patrones de Referencia a UNIMETRO	Multímetro Digital SANWA CD711	CE-110-2020

Observaciones:

- * (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- * Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 00781-A y la fecha de calibración.
- * Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- * Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento / enfriamiento y estabilización de 2 h
- * La calibración se realizó con 60% de la carga típica.
- * El tipo de carga que se empleó fueron bandejas con muestra
- * El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- * Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- * **Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C**
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura.
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 60,97 °C
La máxima temperatura detectada fue 63,99 °C y la mínima temperatura detectada fue 57,57 °C
- * **Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura.
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 110,16 °C
La máxima temperatura detectada fue 114,54 °C y la mínima temperatura detectada fue 106,43 °C



Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Temp. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	61,09	61,63	60,47	60,03	61,36	59,12	63,12	61,62	59,07	60,99	60,84	4,05
02	60,0	60,94	61,33	60,26	59,78	61,06	58,47	62,52	61,27	58,67	59,68	60,40	4,05
04	60,0	60,68	61,08	60,11	59,83	60,90	58,27	61,97	60,87	58,32	59,13	60,10	3,70
06	60,0	60,63	61,06	60,11	59,56	61,21	59,77	61,82	60,67	58,37	59,78	60,31	3,65
08	60,0	60,66	61,48	60,82	59,86	61,81	62,37	62,32	60,97	59,07	61,74	61,11	3,30
10	60,0	61,14	61,86	60,92	60,16	62,11	62,42	63,07	61,37	59,72	63,29	61,62	3,56
12	60,0	61,44	62,16	61,12	60,36	62,26	61,97	63,67	61,92	60,06	63,99	61,90	3,61
14	60,0	61,44	62,16	61,02	60,43	62,11	60,92	63,67	62,12	59,98	63,29	61,73	3,89
16	60,0	61,29	62,03	60,82	60,26	61,71	59,92	63,67	61,87	59,62	62,24	61,34	4,04
18	60,0	61,19	61,73	60,62	60,18	61,46	59,02	63,17	61,77	59,17	61,04	60,93	4,15
20	60,0	60,94	61,38	60,26	59,93	61,01	58,52	62,47	61,37	59,77	59,78	60,43	3,95
22	60,0	60,68	61,06	60,06	59,63	60,90	58,52	62,02	60,97	59,37	59,98	60,12	3,65
24	60,0	60,66	61,13	60,16	59,69	61,21	59,32	61,87	60,82	59,52	59,98	60,30	3,35
26	60,0	60,88	61,38	60,57	59,86	61,81	60,87	62,27	60,97	59,92	61,34	60,89	3,35
28	60,0	61,14	61,86	60,97	60,23	62,16	62,67	62,97	61,42	59,62	63,24	61,63	3,61
30	60,0	61,39	62,23	61,17	60,43	62,36	62,62	63,62	61,97	60,13	63,89	62,01	3,76
32	60,0	61,44	62,26	61,07	60,43	62,16	61,32	63,87	62,97	60,06	63,54	61,62	3,79
34	60,0	61,39	62,08	60,62	60,36	61,81	60,27	63,72	61,97	59,87	62,44	61,48	3,94
36	60,0	61,24	61,78	60,67	60,16	61,51	59,27	63,32	61,52	59,37	61,29	61,04	4,06
38	60,0	61,09	61,48	60,42	59,86	61,16	58,62	62,62	61,42	58,87	60,06	60,56	4,00
40	60,0	60,83	61,16	60,16	59,66	61,01	57,57	62,07	61,02	59,52	59,23	60,13	4,50
42	60,0	60,73	61,13	60,16	59,63	61,16	59,02	61,92	60,82	58,52	59,46	60,26	3,40
44	60,0	60,88	61,33	60,52	59,78	61,76	60,77	62,17	60,92	59,92	61,04	60,81	3,25
46	60,0	61,14	61,78	60,92	60,13	62,21	61,92	62,67	61,32	59,67	62,94	61,48	3,19
48	60,0	61,39	62,16	61,12	60,36	62,26	61,87	63,47	61,87	60,09	63,74	61,81	3,71
50	60,0	61,49	62,23	61,12	60,43	62,06	61,47	63,72	62,12	59,99	63,24	61,78	3,79
52	60,0	61,29	61,98	60,87	60,26	61,76	60,37	63,62	61,97	59,67	62,19	61,40	3,94
54	60,0	61,19	61,66	60,62	60,06	61,41	59,22	63,22	61,77	59,27	60,93	60,94	4,00
56	60,0	61,09	61,48	60,42	59,93	61,16	58,87	62,67	61,52	59,92	59,88	60,56	3,80
58	60,0	60,83	61,16	60,16	59,66	60,96	58,12	62,02	61,07	59,47	59,98	60,15	3,90
60	60,0	60,68	61,06	60,16	59,66	61,06	58,92	61,82	60,87	59,42	59,23	60,19	3,40
T. PROM	60,0	61,07	61,63	60,60	60,02	61,58	60,06	62,67	61,44	59,19	61,29	60,97	
T. MAX	60,0	61,49	62,28	61,17	60,43	62,36	62,92	63,87	62,12	60,13	63,99		
T. MIN	60,0	60,63	61,06	60,06	59,56	60,90	57,57	61,82	60,67	58,32	58,96		
DTT	0,0	0,86	1,20	1,11	0,86	1,46	5,35	2,05	1,45	1,81	5,01		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,99	0,25
Mínima Temperatura Medida	57,57	0,61
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,35	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,63	0,22
Repetibilidad Medida (s)	2,675	0,020
Uniformidad Medida	4,90	0,53

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

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

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

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

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

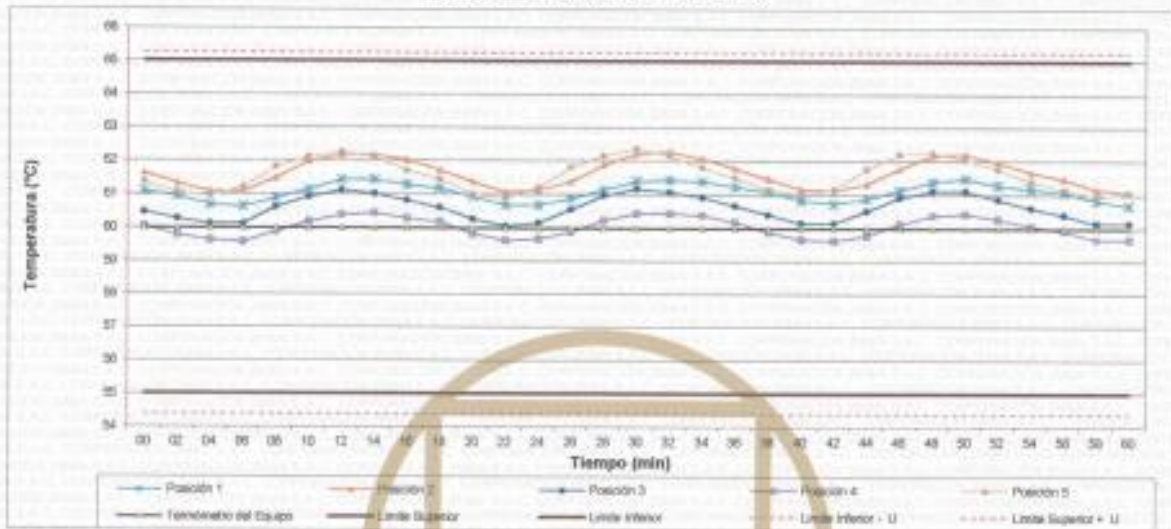
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

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

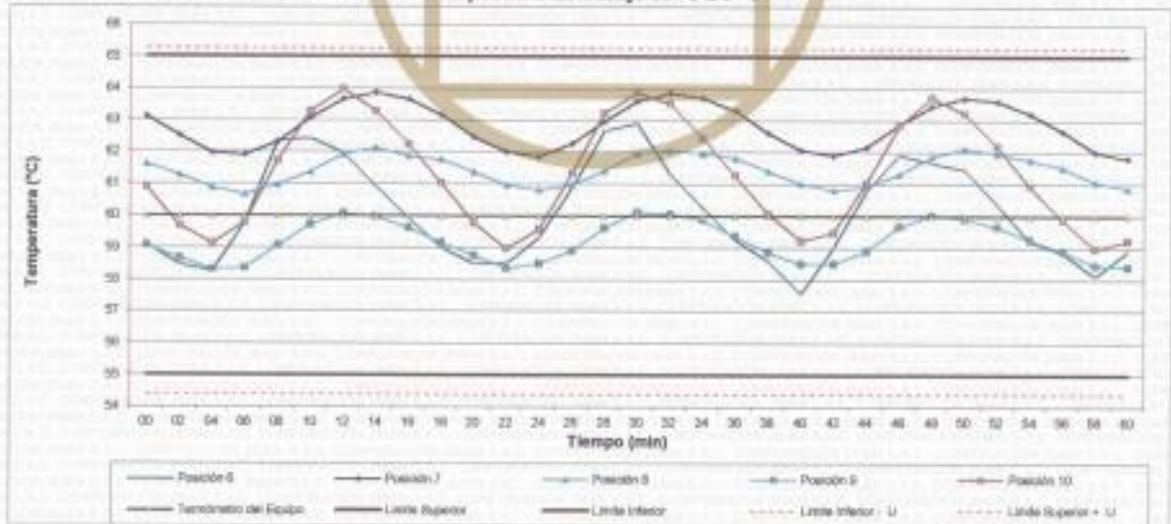
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



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



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



Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	107,82	110,11	107,97	109,73	109,01	110,00	113,07	107,97	106,78	111,29	109,07	8,33
02	110,0	107,97	109,86	107,82	108,54	108,16	110,64	112,53	107,63	106,43	111,70	108,98	8,09
04	110,0	107,53	109,33	107,62	106,44	109,60	113,20	112,43	107,48	106,58	112,97	109,32	8,70
06	110,0	108,21	109,52	108,51	106,98	110,93	113,24	113,07	107,77	107,07	113,70	109,89	8,72
08	110,0	109,24	110,65	110,12	107,97	112,25	113,54	114,05	108,26	108,06	113,55	110,77	8,08
10	110,0	110,16	111,67	110,71	108,75	112,69	113,64	114,15	108,90	108,89	113,45	111,30	5,36
12	110,0	110,91	111,97	110,51	108,90	112,44	113,44	114,54	109,24	109,09	113,26	111,36	5,64
14	110,0	110,31	111,67	109,79	108,80	111,66	113,10	114,34	109,19	108,79	113,16	111,06	5,56
16	110,0	109,98	110,89	108,85	108,06	110,63	111,52	114,29	108,80	108,11	113,11	110,39	6,23
18	110,0	108,75	110,26	108,41	107,38	108,70	110,59	114,20	108,48	107,42	111,85	109,66	5,82
20	110,0	108,11	109,98	108,02	106,83	109,40	110,34	113,26	106,07	106,88	111,35	109,23	6,38
22	110,0	107,82	108,52	108,02	108,73	108,60	111,16	112,77	107,77	106,63	111,79	109,19	6,14
24	110,0	108,06	109,42	108,11	106,89	110,33	113,69	112,97	107,92	108,88	113,50	109,78	6,81
26	110,0	108,70	110,16	109,34	107,38	111,46	113,59	113,56	108,07	107,52	113,60	110,34	6,23
28	110,0	109,58	110,89	110,17	108,21	112,40	113,44	113,96	108,68	108,40	113,99	110,97	5,78
30	110,0	110,21	111,53	110,37	108,75	112,49	113,20	114,44	109,05	108,94	113,60	111,26	5,68
32	110,0	110,36	111,77	110,02	108,85	111,95	113,05	114,10	109,15	108,79	113,59	111,16	5,30
34	110,0	109,87	111,18	109,24	108,36	111,17	112,11	113,85	108,85	108,35	113,06	110,61	5,50
36	110,0	109,09	110,50	108,90	107,77	109,94	110,64	113,61	108,58	107,71	112,28	109,90	5,89
38	110,0	108,26	110,26	108,21	107,08	109,40	110,29	113,61	108,21	107,02	111,45	109,38	6,58
40	110,0	107,82	110,26	107,97	108,79	108,30	110,54	112,92	107,87	106,63	111,50	109,16	6,29
42	110,0	107,82	109,98	108,07	108,73	109,70	111,72	112,57	107,63	106,53	112,14	109,28	6,04
44	110,0	107,97	109,86	108,31	106,83	110,19	113,34	112,82	107,68	106,73	113,21	109,69	6,62
46	110,0	108,45	110,21	109,24	107,23	111,17	113,64	113,36	108,02	107,27	113,65	110,22	6,42
48	110,0	109,38	110,64	110,12	107,92	111,90	114,03	114,25	108,46	108,06	113,75	110,87	6,33
50	110,0	109,87	111,23	110,22	108,51	112,20	113,68	114,34	108,80	108,55	113,55	111,10	5,84
52	110,0	110,11	111,72	110,02	108,58	111,95	112,85	114,39	109,15	108,65	113,55	111,10	5,83
54	110,0	109,82	111,26	109,34	108,36	111,32	112,65	114,29	108,85	108,35	113,25	110,75	5,94
56	110,0	109,19	110,60	108,85	107,92	110,43	111,33	114,29	108,61	107,76	112,72	110,17	6,53
58	110,0	108,45	110,89	108,36	107,42	109,94	110,74	113,93	109,21	107,22	112,04	109,73	6,68
60	110,0	107,82	111,33	107,97	108,98	108,35	110,39	113,11	107,92	106,83	111,65	109,34	6,29
T. PROM	110,0	108,82	110,63	109,00	107,64	110,76	112,34	113,07	108,36	107,84	112,81	110,16	
T. MAX	110,0	110,51	111,97	110,71	108,90	112,69	114,03	114,54	109,24	108,08	113,99		
T. MIN	110,0	107,53	109,33	107,62	106,44	109,01	110,00	112,43	107,48	106,43	111,26		
DTT	0,0	2,98	2,64	3,09	2,46	3,68	4,03	2,11	1,76	2,66	2,73		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,54	0,40
Mínima Temperatura Medida	106,43	0,34
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4,03	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,01	0,23
Estabilidad Medida (±)	2,015	0,02
Uniformidad Medida	6,82	0,25

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

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

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

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

Cód. de Servicio: 00781-A

Cód. FT-T-03 Rev. 01

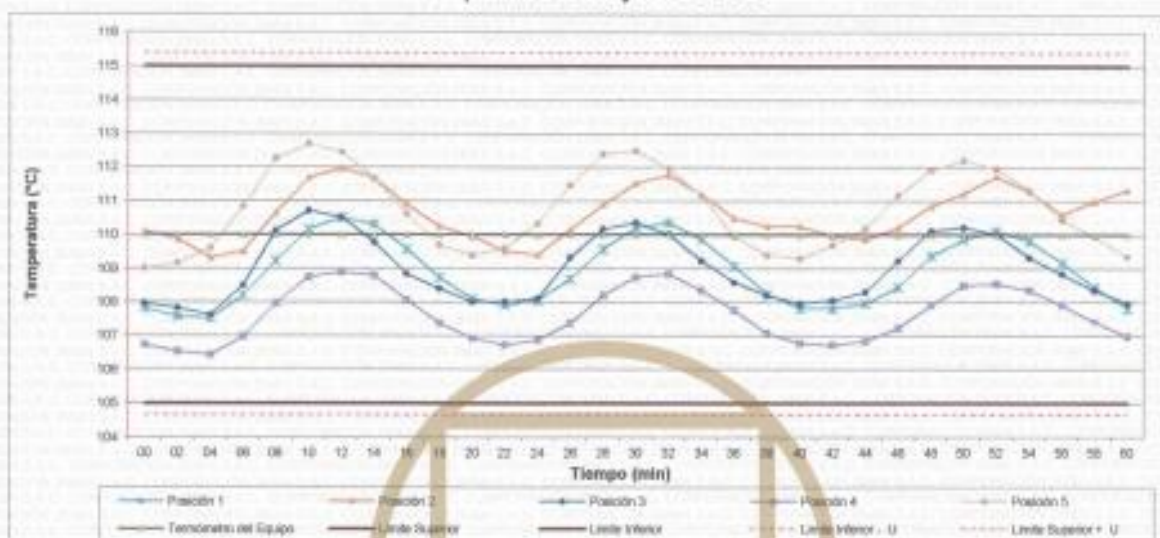
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

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

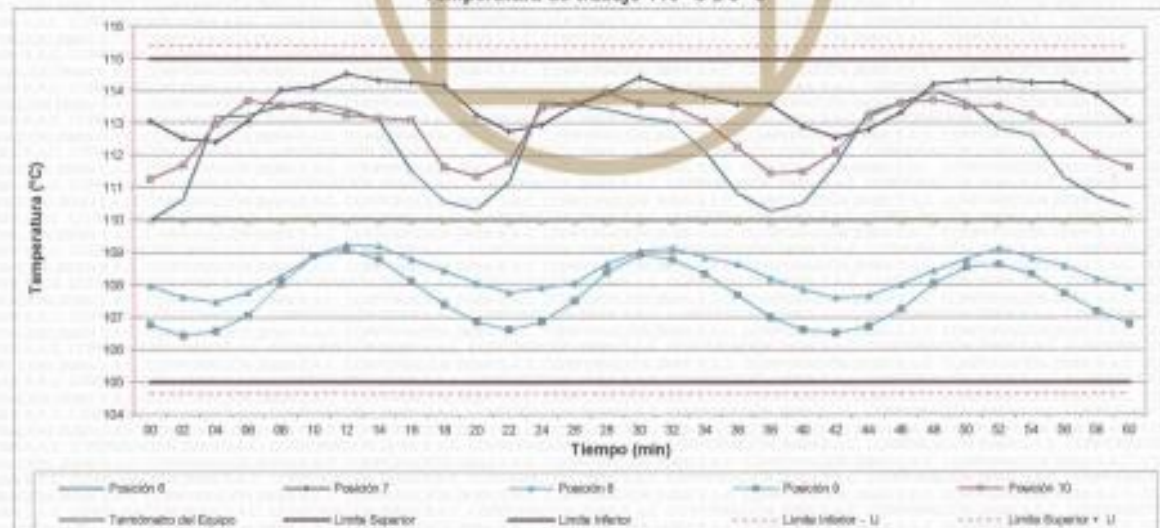
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



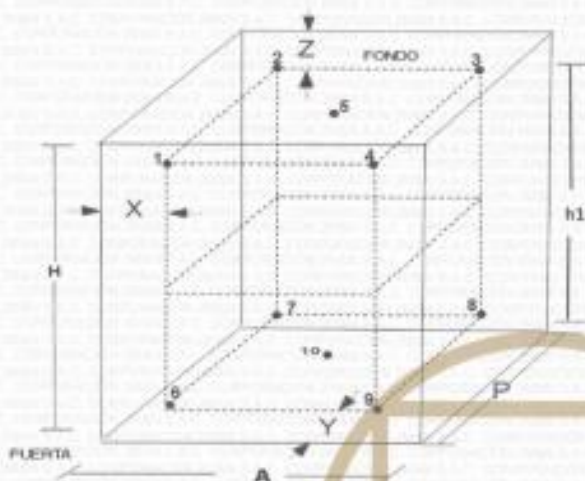
**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



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



Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 50,0 cm

P= 50,0 cm

H= 56,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,0 cm

Y= 5,0 cm

Z= 7,0 cm

Distancias entre planos

h1= 39 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

Distancia de parrilla superior desde la base interna: 42,0 cm por encima de la base.

Distancia de parrilla inferior desde la base interna: 11,5 cm por encima de la base.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 7,0 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 398 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 331-2021
Fecha de emisión : 2021-08-17

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

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

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

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

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

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

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
16 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,3	19,3
Humedad %	77	77

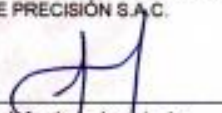
7. Resultados de la Medición

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

8. Observaciones

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




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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 695-9620

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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 398 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	487,35	496,15	0,53	0,77	496,75	0,65	0,24
1000	996,20	996,50	0,35	0,35	996,35	0,37	-0,03
1500	1498,70	1498,75	0,09	0,08	1498,73	0,09	0,00
2000	2000,70	2001,60	-0,04	-0,08	2001,15	-0,06	-0,04
2500	2504,10	2504,30	-0,16	-0,17	2504,20	-0,17	-0,01
3000	3009,10	3008,90	-0,30	-0,30	3009,00	-0,30	0,01
3500	3511,95	3512,00	-0,34	-0,34	3511,98	-0,34	0,00
4000	4015,65	4016,90	-0,39	-0,42	4016,28	-0,41	-0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

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

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

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

Ecuación de ajuste : $y = 0,9941x + 8,9694$

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

GRÁFICO N° 1

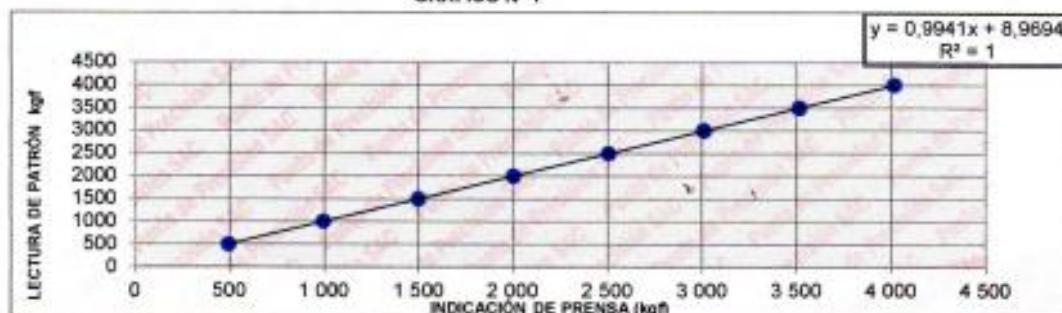
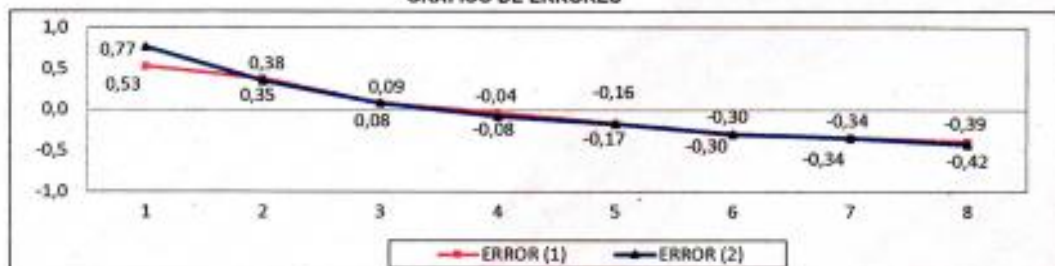


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO

[Firma manuscrita]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

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

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

Anexo 6: Dosificación y análisis de resultados de antecedentes.

INFLUENCIA DE CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y CEBADA EN LA SUBRASANTE PARA PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. CANTO GRANDE, SJL, 2021							
AUTOR	TITULO	Año	Porcentajes (%)	Indice de Plasticidad (IP = %)	Óptima Contenido de Humedad (OCH = %)	Máxima Densidad Seca (MDS = gr/cm ³)	California Bearing Ratio (CBR= %)
Cañar Tiviano Santiago (Ecuador)	Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbon .	2017	Suelo SM	2.75	13.00	1.56	15.60
			CC 20%	0.00	15.00	1.565	18.80
			CC 23%	0.00	16.30	1.55	19.10
			CC 25%	0.00	16.20	1.555	19.00
Cobos Molina Mario Alejandro Ortegon Ramirez Carol Tatiana Peralta Zarrate Juan Camilo (Colombia)	Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café	2019	Suelo SM	35.58	39.27	1.07	76.67
			CCO 5%	0.00	38.14	1.03	70.22
			CCO 10%	0.00	51.17	0.99	85.32
			CCO 15%	0.00	42.10	0.99	101.55
Cajaleón Salas, Omar Christian Mondragón Díaz, Darwin Yonander (Perú)	Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscara de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros	2018	Suelo CL	13.00	1.80	1.15	6.20
			CCA 0%	0.00	9.40	2.006	6.20
			CCA 10%	0.00	9.40	2.006	8.50
			CCA 15%	0.00	9.40	2.006	10.30
Apolinarez Tovar, Alex Emerson (Perú)	Estabilización de la Subrasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja	2018	Suelo SM	0.00	11.10	1.974	18.20
			CV 15%	0.00	11.92	1.879	21.90
			CV 25%	0.00	14.11	1.833	23.40
			CV 35%	0.00	16.80	1.805	23.70
Getachew Eshetu (Etiopía)	Estabilización de subrasante de suelo expansivo con ceniza de cáscara de trigo y cal	2016	Suelo CH	45.50	33.43	1.23	3.25
			WHA+C 0%	45.50	33.43	1.23	3.25
			WHA+C 3%	40.60	38.75	1.227	25.00
			WHA+C 6%	35.50	39.77	1.198	27.78
			WHA+C 9%	33.30	42.50	1.189	26.30
Ormeño Moquillaza, Eduardo André Rivas Vicente, Neptalí Eduardo (Perú)	Estudio experimental para determinar la influencia de la aplicación de Cenizas de cáscara de Arroz (RHA) en la estabilización de una subrasante de suelo arcilloso de baja plasticidad en Chota - Cajamarca	2021	Suelo CL	7.00	18.60	16.61	0.00
			CCA 0%	0.00	18.60	1.694	4.30
			CCA 10%	0.00	15.80	1.671	15.40
			CCA 15%	0.00	17.50	1.608	18.90
			CCA 20%	0.00	19.10	1.55	20.70
			CCA 25%	0.00	19.00	1.508	23.70

Anexo 7: Procedimiento y ficha de recolección de datos.



Realizar 2 calicatas en la cuadra 5 y 14 Av. Canto Grande



Colocar las muestras del suelo en sacos y llevarlos al laboratorio



Realizar el ensayo de granulometría por tamizado a las diferentes muestras en la malla N° 4



Realizar el ensayo de límites de consistencia



Realizar ensayo CBR



Remojar los moldes para el análisis CBR



Realizar en el ensayo de Proctor modificado



Pesar la muestra para el Proctor modificado



Anexo 8: Análisis de costos.

SUBRASANTE					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peon	hh	1.00	14.57	14.57	93.77
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	1.00	10.00	10.00	

SUELO + 6% CENIZA DE CT					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	114.03
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de trigo	kg	0.51	0.50	0.26	

SUELO + 12% CENIZA DE CT					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	114.28
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de trigo	kg	1.02	0.50	0.51	

SUELO + 3% DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	113.90
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de trigo	kg	0.26	0.50	0.13	

SUELO + 9% CENIZA DE CT					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	114.15
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de trigo	kg	0.77	0.50	0.38	

SUELO + 15% CENIZA DE CT					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	114.41
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de trigo	kg	1.28	0.50	0.64	

SUBRASANTE					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peon	hh	1.00	14.57	14.57	93.77
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	1.00	10.00	10.00	

SUELO + 3% DE CENIZA DE CÁSCARA DE CEBADA					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peon	hh	1.00	14.57	14.57	113.90
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de cebada	kg	0.26	0.50	0.13	

SUELO + 6% CENIZA DE CC					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	114.03
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de cebada	kg	0.51	0.50	0.26	

SUELO + 9% CENIZA DE CC					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	114.15
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de cebada	kg	0.77	0.50	0.38	

SUELO + 12% CENIZA DE CC					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	114.28
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de cebada	kg	1.02	0.50	0.51	

SUELO + 15% CENIZA DE CC					
Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
Peón	hh	1.00	14.57	14.57	114.41
Mejoramiento suelo subrasante	m3	0.32	60.00	19.20	
Maquinaria	hm	1.00	50.00	50.00	
Transporte de material	gb	3.00	10.00	30.00	
Ceniza de cáscara de cebada	kg	1.28	0.50	0.64	

Anexo 9: Turnitin.

● 24% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 21% Internet database
- 21% Submitted Works database
- 1% Publications database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	repositorio.ucv.edu.pe Internet	6%
2	Universidad Cesar Vallejo on 2022-06-28 Submitted works	5%
3	hdl.handle.net Internet	2%
4	Universidad Cesar Vallejo on 2023-06-22 Submitted works	<1%
5	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-15 Submitted works	<1%
6	Universidad Cesar Vallejo on 2022-05-26 Submitted works	<1%
7	Universidad Cesar Vallejo on 2022-10-12 Submitted works	<1%
8	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-15 Submitted works	<1%
9	docshare02.docshare.tips Internet	<1%

Anexo 10: Normativa.

N.T.E. CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

COMITÉ TÉCNICO ESPECIALIZADO DE LA
NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

Presidente : Ing. Germán Vivar Romero
Secretario Técnico : Ing. Pablo Medina Quispe

INSTITUCIÓN	REPRESENTANTES
ASOCEM Asociación de Productores del Cemento	Ing. Miguel Atauje Calderón
CAPECO Cámara Peruana de la Construcción	Ing. Alberto Ponce Moza
IDPP Instituto de Desarrollo de Pavimentos del Perú	Ing. Germán Vivar Romero
MVCyS Vice Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Ing. Fernando Franco García ✓
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU Facultad de Ciencias e Ingeniería	Ing. Manuel Olcese Franzero
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Facultad de Ingeniería Civil	Ing. Mercedes Rodríguez-Prieto Mateo



Handwritten signatures and initials on the left side of the table.



Handwritten signature at the bottom center.

CAPÍTULO 3
TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO, ENSAYOS DE LABORATORIO,
REQUISITOS DE LOS MATERIALES Y PRUEBAS DE CONTROL

3.1. CONDICIONES GENERALES

- a) Toda la documentación técnica de Anteproyectos y Proyectos Definitivos de Pavimentos deberá incluir una Memoria Descriptiva, conteniendo un resumen de todos los Trabajos de Campo, Laboratorio y Gabinete efectuados para el EMS, el Estudio de Tránsito y el DP, así como los Anexos Técnicos conteniendo las hojas de cálculo y/o salidas de los programas, planos, especificaciones técnicas y toda la información que sustente los diseños, según se indica en el Capítulo 4.
- b) Opcionalmente y de común acuerdo con el Propietario, la documentación técnica podrá incluir los análisis de precios unitarios, metrados, presupuesto, cronograma de ejecución de obra y relación de equipos a utilizar en la obra.
- c) En todos los casos se utilizará la última versión de la norma correspondiente.

3.2. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO

3.2.1 Las técnicas de investigación en el campo, aplicables al EMS para DP, son los indicados en la Tabla 1

TABLA 1

NORMA	DENOMINACIÓN
MTC E101-2000	Pozos, calicatas, trincheras y zanjas
NTP 339.143:1999	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y el peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena.
NTP 339.144:1999	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad in-situ de suelo y suelo-agregado por medio de métodos nucleares (Profundidad superficial).
NTP 339.250:2002	SUELOS. Método de ensayo para la determinación en campo del contenido de humedad, por el método de presión del gas carburo de calcio. 1a. ed.
NTP 339.150:2001	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual manual.
NTP 339.161:2001	SUELOS. Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena.
NTP 339.169:2002	SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubos de pared delgada
NTP 339.172:2002	SUELOS. Método de prueba normalizada para el contenido de humedad de suelo y roca in situ por métodos nucleares (poca profundidad).
NTP 339.175:2002	SUELOS. Método de ensayo normalizado in-situ para CBR (California Bearing Ratio-Relación del Valor Soporte) de suelos

[Handwritten signatures and stamps on the left margin]

[Handwritten signature and stamp]

NORMA	DENOMINACIÓN
ASTM D 6951	Método estándar de ensayo para el uso del penetrómetro dinámico de Cono en aplicaciones superficiales de pavimentos

3.2.2 El número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía según se indica en la Tabla 2, con un mínimo de tres (03):

TABLA 2

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Notas:

- a) Cuando no existan los proyectos de lotización y trazado y solamente se ejecutara el proyecto de habilitación urbana, se requiere de 1 punto de investigación por hectárea, con un mínimo de 4.
- b) Cuando no existan los proyectos de lotización y trazado y se ejecute el proyecto de habilitación urbana y la construcción simultanea de viviendas, se requiere de un punto de investigación adicional por hectárea. a los requeridos en la Tabla N° 6 de la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

3.2.3 Los puntos de investigación se ubicarán preferentemente en los cruces de vías, pudiendo emplearse puntos intermedios, que permitan establecer la estratigrafía a lo largo de la vía.

3.2.4 En el caso de reposición de pavimentos cortados para instalación o reparación de servicios, se ejecutará un punto de investigación cada 100 metros con un mínimo de tres (03).

3.2.5 La profundidad mínima de investigación será de 1,50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía.

Si dentro de la profundidad explorada se encontraran suelos blandos o altamente compresibles, la profundidad de investigación deberá ampliarse a criterio del PR.

3.2.6 Donde exista rellenos no controlados se deberá investigar en todo su espesor debiendo profundizarse no menos de 0,50 m dentro del suelo natural.

3.2.7 Donde se encuentren macizos rocosos dentro de la profundidad de investigación, se deberá registrar su profundidad y grado de fracturamiento y estimar su resistencia a la compresión.

3.2.8 Efectuados el registro de la estratigrafía, el muestreo y la toma de fotografía, se deberá rellenar las excavaciones con los materiales extraídos.

3.2.9 Durante la investigación de campo se elaborará un perfil estratigráfico para cada punto de investigación, basado en la clasificación visual manual, según la NTP 339.150.2001.

3.2.10 En caso de encontrar suelos finos no plásticos dentro de la profundidad de investigación, se deberán ejecutar ensayos para determinar su densidad natural.

3.2.11 Se tomará por lo menos una muestra representativa de cada tipo de suelo para su posterior ensayo de laboratorio, según las normas respectivas indicadas en la Tabla 3.

[Handwritten signatures and initials on the left margin]



[Handwritten signatures and initials]



3.2.12 Se determinará un (1) CBR por cada 5 puntos de investigación o menos según lo indicado en la Tabla 2 y por lo menos un (1) CBR por cada tipo de suelo de sub-rasante.

3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

3.3.1 Los ensayos de Laboratorio aplicables a los EMS con fines de pavimentación son las indicadas en la Tabla 3.

TABLA 3

NORMA	DENOMINACIÓN
NTP 339.126:1998	SUELOS. Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo.
NTP 339.127:1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.128:1999	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
NTP 339.129:1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
NTP 339.131:1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de sólidos de un suelo.
NTP 339.132:1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz 75 µm (N°200)
NTP 339.134:1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
NTP 339.135:1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
NTP 339.139:1999	SUELOS. Determinación del Peso volumétrico de suelos cohesivo.
NTP 339.140:1999	SUELOS. Determinación de los factores de contracción de suelos mediante el método del mercurio
NTP 339.141:1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m ³ (56000 pie-lbf/pe ³))
NTP 339.142:1999	SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (600 kN-m/m ³ (12400 pie-lbf/pe ³))
NTP 339.144:1999	SUELOS. Métodos de ensayos estándar para densidad in situ del suelo y suelo agregado por medio de métodos nucleares (profundidad superficial)
NTP 339.145:1999	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.146:2000	SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino

[Handwritten signatures and initials on the left margin]



[Handwritten signatures and initials on the bottom right]



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

CAPÍTULO IV

SUELOS





SUELOS

En este capítulo se desarrollan pautas para identificar las características y la clasificación de los suelos que se utilizarán en la construcción de los pavimentos de las carreteras del Perú.

La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

4.1 Exploración de suelos y rocas

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69; para el presente manual, se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E 102, MTC E 103 y MTC E 104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM. En este capítulo se dan pautas complementarias para llevar a cabo el muestreo e investigación de suelos y rocas.

Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- cambio en la topografía de la zona en estudio;
- por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados;
- zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m;
- zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ($h < 0.6$ m);
- en zonas de corte, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de sub rasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado.



Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de sub rasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para obtener el perfil estratigráfico en zonas donde existirán cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza y características de los suelos y/o roca subyacente (según Norma MTC E 101).

4.2 Caracterización de la sub rasante

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al [cuadro 4.1](#).

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, si se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía, tal como se mencionan en el [numeral 4.1](#) del presente manual.

Cuadro 4.1
Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Dúales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 vehículos, de una calzada	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC.





PERU

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

El número de calicatas indicado en el [cuadro 4.1](#), se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de calicatas indicadas en el referido cuadro espaciadas cada 2.0 km en vez de cada km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de calicatas del [cuadro 4.1](#) espaciadas cada 4.0 km en vez de cada km. En el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos se tendrá en cuenta los resultados de las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo 4 calicatas) en correspondencia con los puntos de ensayo, una calicata donde la deflexión es máxima, una segunda calicata donde la deflexión es cercana a la deflexión característica, una tercera calicata donde la deflexión es cercana a la deflexión promedio y una cuarta calicata donde la deflexión ha sido mínima.

Las calicatas y ensayos efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar calicatas y ensayos complementarios a los de estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.

En caso el tramo tenga una longitud entre 500 m y 1,000 m el número de calicatas a realizar será la cantidad de calicatas para un kilómetro indicada en el [cuadro 4.1](#). Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calicatas a realizar será la mitad de calicatas indicada en el [cuadro 4.1](#).

Si a lo largo del avance del estacado las condiciones topográficas o de trazo, muestran por ejemplo cambios en el perfil de corte a terraplén; o la naturaleza de los suelos del terreno evidencia un cambio significativo de sus características o se presentan suelos erráticos o irregulares, se deben ejecutar más calicatas por kilómetro en puntos singulares, que verifiquen el cambio.

También se determinará la presencia o no de suelos orgánicos, suelos expansivos, napa freática, rellenos sanitarios, de basura, etc., en cuyo caso las calicatas deben ser más profundas, delimitando los sectores con sub rasante pobre o inadecuada que requerirá, para determinar el tipo de estabilización o mejoramiento de suelos de la sub rasante, de estudios geotécnicos de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable sustente en su Informe Técnico que la solución adoptada según la naturaleza del suelo, alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad. Este tipo de estudios también se realizarán en caso de terraplenes con altura mayor a 5.0 m. En este caso, los valores representativos resultado de los ensayos será sólo válida para el respectivo sector.

Donde se encuentre macizo rocoso dentro de la profundidad de investigación, se deberá aplicar lo establecido en la norma MTC E 101.

4.2.1 Registros de excavación

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata (con coordenadas UTM [WGS84](#)), número de





muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada uno de los estratos del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales. Así mismo se extraerán muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia (M_R) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de M_R , la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera (ver [cuadro 4.2](#)).

Cuadro 4.2
Número de Ensayos M_R y CBR

Tipo de Carretera	N° M_R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

(*) La necesidad de efectuar los ensayos de módulos de resiliencia, será determinado en los respectivos términos de referencia, previa evaluación de la zona de estudio y la importancia de la obra.

El número de ensayos indicado en el [cuadro 4.2](#), se aplica para pavimentos nuevos, mejoramiento y rehabilitación. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de ensayos indicados en el referido cuadro, por 2 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Tercera Clase "Cada 4.0 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 2.0 km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de ensayos del [cuadro 4.2](#), por 3 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Segunda Clase "Cada 4.5 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 1.5 km). Para el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos, se tendrá en cuenta las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo dos CBR) en correspondencia con los puntos de ensayo, un CBR donde la deflexión ha



sido máxima y el segundo CBR donde la deflexión es cercana a la deflexión característica.

Los ensayos de M_R o de CBR efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar ensayos complementarios a los de estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.

En caso el tramo tenga una longitud menor a la indicada, en el **cuadro 4.2**, para el número de M_R o de CBR a realizar, la cantidad de ensayos indicada en el cuadro debe ser tomada como mínima.

Se podrán realizar ensayos in situ, como el CBR en el terreno según ensayo MTC E 133-2000 y el ensayo mediante Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC), cuya principal limitación se presenta en las mediciones de suelos con bolonería, pero resulta muy útil en suelos finos o blandos, donde precisamente se requiere de mayores evaluaciones del suelo y sus estratos, por lo que en este caso debe efectuarse este tipo de ensayos que permitirá tramificar mejor la capacidad soporte de la sub rasante. La cantidad de ensayos mínima será igual al número de calcatas indicado en el **cuadro 4.1**.

Los ensayos utilizando el LWD (deflectómetro de impacto liviano) o el SPT (ensayo de penetración estándar), se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales del MTC vigente, complementariamente se podrán utilizar las normas internacionales ASTM o AASHTO.

4.3 Descripción de los suelos

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a la metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales de los **cuadros 4.3 y 4.4**:

Cuadro 4.3
Signos Convencionales para Perfil de Calcatas – Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		



Fuente: Simbología AASHTO





Cuadro 4.4
Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micaes o diatomáceas, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E 101. Símbolos gráficos para suelos

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- a. **Granulometría:** representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:



Cuadro 4.5
Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

- b. La Plasticidad:** es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

Los Límites de Atterberg establecen cuán sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112).

Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:





Cuadro 4.6
Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo de sub rasante y en una estructura de pavimento, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

- c. **Equivalente de Arena:** Es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC E 114). Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo:

Cuadro 4.7
Clasificación de suelos según Equivalente de Arena

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

- d. **Índice de Grupo:** es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

- a** = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- b** = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- c** = LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.
- d** = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice > a 20, un suelo no utilizable para caminos.



Cuadro 4.8
Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

- e. **Humedad Natural:** Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de sub rasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

La determinación de la humedad natural (ensayo MTC E 108) permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo (ensayo MTC E 132). Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el Proyectista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

- f. **Clasificación de los suelos:** Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, luego clasificar los suelos.

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el [cuadro 4.9](#). Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS):

Cuadro 4.9
Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	CH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

Para complementar la información se presenta el [cuadro 4.10](#), que muestra la Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282.



g. Ensayos CBR: (ensayo MTC E 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.

Para la obtención del valor CBR de diseño de la sub rasante, se debe considerar lo siguiente:

1. 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 sub rasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.
2. 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 sub rasante 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 subsectores 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**.

3. Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará 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%

Fuente: Elaboración propia

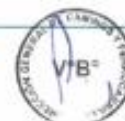
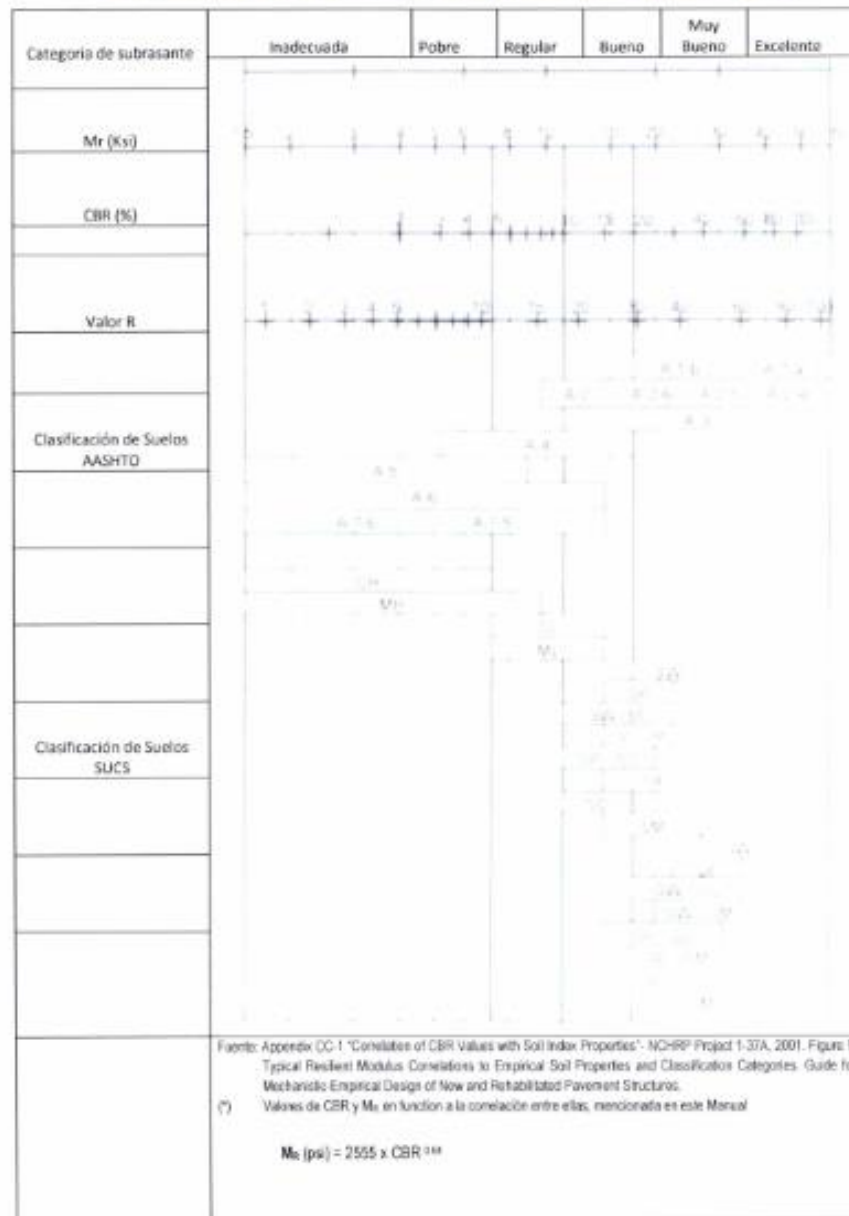




Figura 4.1
Correlaciones Típicas entre las Clasificaciones y
Propiedades de los Suelos con el Módulo de Resiliencia (*)





h. Ensayo de Módulo Resiliente

El método de diseño de pavimentos predominante en nuestro medio, es el correspondiente a la metodología AASHTO 1993 y el parámetro de importancia requerido por dicha metodología es el Módulo Resiliente (M_R) o Elástico del material que conforma el par Pavimento-Subrasante.

Debido a lo especializado en la realización del ensayo de Módulo Resiliente, se cuenta con las publicaciones Design Pamphlet for the Determination of Design Subgrade in support of the 1993 AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (Publicación N° FHWA-RD-97-083) y Design Pamphlet for the Determination of Layered Elastic Moduli for Flexible Pavement Design in Support of the 1993 AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (Publicación N° FHWA-RD-97-077). Además la Guía AASHTO, recomendó para esa edición de 1993 el uso de una correlación M_R -CBR, solo para casos de suelos finos y $CBR \leq 10\%$ obtenido por el método del Cuerpo de Ingenieros USA.

En décadas pasadas y a nivel mundial diversos investigadores hallaron para diferentes tipos de suelos, correlaciones aplicables a su propia realidad y que algunos diseñadores las adoptaron. Uno de estas correlaciones es la planteada por TRRL en 1983 para valores de CBR entre 2% a 12%, la misma que se contempló utilizar en el proyecto NCHRP 1-37A, pero que evaluada a través del proyecto 1-40A del mismo programa NCHRP. Se cuestionó su confiabilidad debido al procedimiento seguido en su determinación (técnicas de propagación de ondas) por lo que no es tomada en cuenta en la última edición de la guía AASHTO-2008 (manual MEPDG), recomendándose más bien (Tabla 11-10) valores característicos de M_R de acuerdo al tipo de suelo.

Para fines de diseño de pavimentos nuevos, se deben obtener los respectivos Módulos de Resiliencia (M_R) mediante el desarrollo del Ensayo en laboratorio. en vez del uso de correlaciones debido a que sus resultados son muy sensibles a los factores relacionados a las propiedades del suelo y procedimientos de ensayo CBR -recordar que es la condición de un suelo sumergido- y por ende tendrían un gran sesgo, por lo que la tendencia de las instituciones especializadas en el tema inciden más en el desarrollo del ensayo de Módulo Resiliente; otra opción a sopesar desde el punto de vista de ingeniería es la adopción de valores típicos del M_R según las características del suelo o material en estudio.

Para ejecutar el ensayo de Módulo Resiliente se utilizará la norma MTC E 128 (AASHTO T274). El Módulo de resiliencia es una medida de la propiedad elástica de suelos, reconociéndole ciertas características no lineales. El Módulo de resiliencia se usa directamente en el diseño de pavimentos flexibles; y, para el diseño de pavimentos rígidos, debe convertirse a módulo de reacción de la sub rasante (valor k).



Con fines ilustrativos los catálogos de estructuras de pavimentos, mostrados en el presente manual, tienen un carácter referencial, por lo que necesariamente tendrán que ser validados en razón a los criterios expuestos en los párrafos precedentes.

A manera referencial se presenta la [Figura 4.1](#) de correlaciones típicas entre las clasificaciones y características de los suelos y el Módulo de Resiliencia, preparado por la NAPA Information Series 117 "Guidelines for Use of HMA Overlays to Rehabilitate PCC Pavements", 1994 y que está incluida en el documento Appendix CC-1 "Correlation of CBR values with soil index properties".

4.4 Ensayos de laboratorio

Con las muestras extraídas de las calicatas efectuadas, se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E 107.
- Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E 110.
- Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E 111.
- Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E 108.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Contenido Sulfatos ASTM D-516
- Contenido Cloruros ASTM D-512
- Contenido Sales Solubles Totales MTC E 219.
- Clasificación AASHTO M-145

Ensayos Especiales

- California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC E 132, o Módulo resiliente de suelos de sub rasante AASHTO T 274, MTC E 128.
- Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.
- Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC E 114.
- Ensayo de Expansión Libre ASTM D-4546
- Colapsabilidad Potencial ASTM D-5333
- Consolidación Uniaxial ASTM D-2435

Los ensayos deben ser ejecutados en laboratorios competentes que cuenten con:

- Personal calificado
- Instalaciones que faciliten la correcta ejecución de los ensayos
- Métodos y procedimientos apropiados para la realización de los ensayos, siguiendo las Normas de Ensayos del MTC o normas internacionales como ASTM o AASHTO, incluyendo técnicas estadísticas para el análisis de los datos de ensayo.
- Equipos debidamente calibrados, que garanticen la exactitud o validez de los resultados de los ensayos. Antes del inicio de los ensayos o de la puesta en servicio el proveedor debe presentar los respectivos certificados de





calibración de sus equipos, emitidos por Laboratorios de Calibración acreditados.

- Aseguramiento de calidad de los resultados de los ensayos.
- Informe de resultados de cada ensayo, presentado en forma de informe de ensayo o certificado de ensayo, que exprese el resultado de manera exacta, clara, sin ambigüedades y objetivamente, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo.

4.5 Informe de exploración

4.5.1 Perfil estratigráfico

En base a la información obtenida de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se realizará una descripción de los diferentes tipos de suelos encontrados en las calicatas o pozos. Una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará los suelos que controlarán el diseño y se establecerá el programa de ensayos para definir el CBR de diseño para cada sector homogéneo.

4.5.2 Sectorización

Para efectos del diseño de la estructura del pavimento se definirán sectores homogéneos donde, a lo largo de cada uno de ellos, las características del material del suelo de fundación o de la capa de sub rasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base de las características físico-mecánicas de los suelos (Clasificación, plasticidad). El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio del proyectista, teniendo en cuenta las características del material de suelo de la sub rasante, el tráfico vial, el drenaje y/o subdrenaje, microclimas y otros aspectos que considere el Ingeniero Responsable.

Para la identificación de los sectores de características homogéneas, se tendrá en cuenta los resultados de las prospecciones y ensayos, previamente a ello se deberá establecer una estrategia para efectuar el programa exploratorio y, a partir de ello, se ordenará la toma de las muestras necesarias de cada perforación, de manera de poder evaluar aquellas características que siendo determinantes en su comportamiento, resulten de sencilla e indiscutible determinación.

4.5.3 Cortes y terraplenes

Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su análisis de estabilidad (Estudio Geotécnico), pudiendo utilizarse (a modo referencial) las siguientes relaciones de corte en talud (V: H), que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en el [cuadro 4.12](#).





Cuadro 4.12
Taludes de Corte

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V > 10m
Roca Fija	10 : 1	10 : 1 (*)	(**)
Roca Suelta	6 : 1 - 4 : 1	4 : 1 - 2 : 1 (*)	(**)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra Compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas Sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arrollas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 2	(*)	(**)

(*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

(**) Requiere Análisis de Estabilidad

Nota: La relación V: H, indica que V corresponde a la altura vertical del talud y H la distancia horizontal.

Los taludes de relleno igualmente estarán en función de los materiales empleados, pudiendo utilizarse (a modo de taludes de relleno referenciales) los siguientes que son apropiados para los tipos de material incluidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.13
Taludes de Relleno

Materiales	Talud (V: H)		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V > 10m
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arenas Limpias	1 : 2	(*)	(**)

(*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

(**) Requiere Análisis de Estabilidad

4.5.4 Sub rasante

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con CBR ≥ 6%. En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, de acuerdo a la naturaleza del suelo, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la mas conveniente técnica y económica. En el [Capítulo 9](#) Estabilización de Suelos, se describen diversos tipos de estabilización de suelos.

Para poder asignar la categoría de sub rasante indicada en el [cuadro 4.10](#), los suelos de la explanación debajo del nivel superior de la sub rasante, deberán tener un espesor mínimo de 0.60 m del material correspondiente a la



categoría asignada, caso contrario se asignará a la categoría inmediata de calidad inferior.

El nivel superior de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una sub rasante excelente - muy buena ($\text{CBR} \geq 20\%$); a 0.80 m cuando se trate de una sub rasante buena - regular ($6\% \leq \text{CBR} < 20\%$); a 1.00 m cuando se trate de una sub rasante pobre ($3\% \leq \text{CBR} < 6\%$); y, a 1.20 m cuando se trate de una sub rasante inadecuada ($\text{CBR} < 3\%$). En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Cuando la capa de sub rasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material separador de 10 cm. de espesor como mínimo o un geosintético, según lo justifique el Ingeniero Responsable.

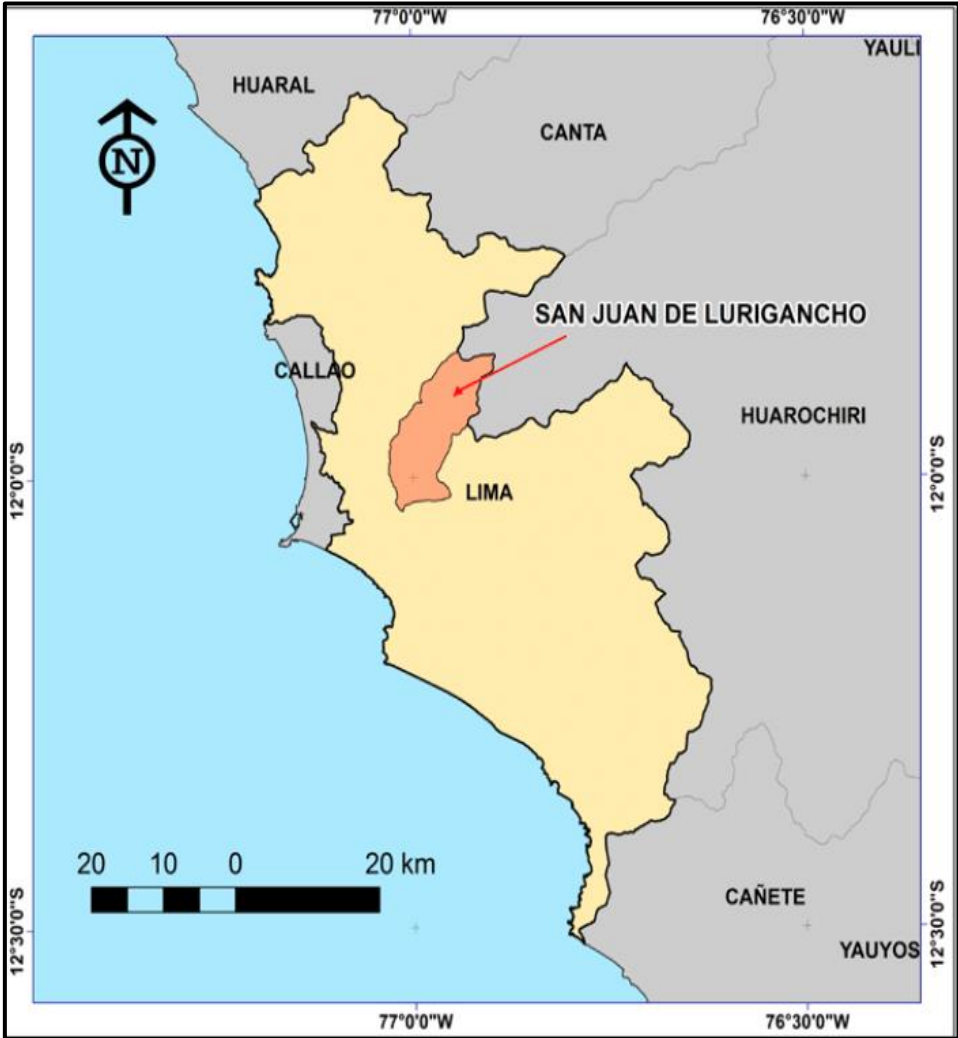
Se estabilizarán las zonas húmedas locales o áreas blandas o sub rasantes inadecuadas, cuya estabilización o mejoramiento será materia de un estudio geotécnico de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo diversas alternativas como estabilización con cal o cemento, estabilización química de suelos, geosintéticos, pedraplenes, enrocados, capas de arena, reemplazo, etc; definiendo y justificando en su Informe Técnico la solución adoptada, donde se indicará que con la solución adoptada el suelo alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad.

En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de los friajes o las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. En el caso de presentarse en los últimos 0.60 m de la sub rasante, suelos susceptibles al congelamiento por acción climática, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, por acción climática rigurosa, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm; con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E 109).



Anexo 11: Mapas y planos.



Anexo 12: Panel fotográfico.



Profundidad de la calicata C 01



Ubicación de la calicata C-01



Ubicación de la calicata C-02



Ubicación de la calicata C-03



Preparación de la muestra para el análisis granulométrico



Ensayo de granulometría por tamizado



Ensayo Límites de Atterberg



Determinación del índice de plasticidad



Mezcla para el Proctor modificado con 3% de cenizas



Mezcla para el Proctor modificado con 6% de cenizas



Mezcla para el Proctor modificado con 9% cenizas



Mezcla para el Proctor modificado con 12% cenizas



Mezcla para el Proctor modificado con 15% cenizas



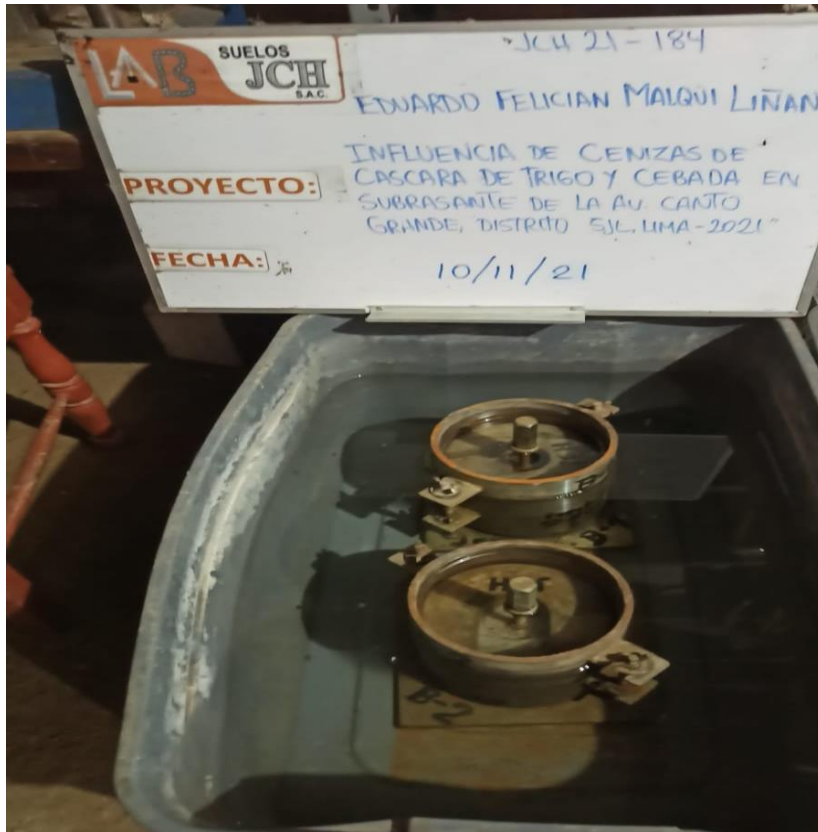
Dosificaciones de cenizas 3%, 6% y 9%



Dosificaciones de cenizas 12% y 15%



Compactación con energía modificada



Moldes de ensayo CBR sumergidos en agua