FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Centeno Samaniego, Jonathan Gianmarco (orcid.org/0000-0002-5220-0173)

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 económico empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseado.

A mis padres, por su amor, trabajo, sacrificio y consejos que me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más sin temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi tío Yelsin, Ronal, Edwin que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome, guiándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis padres por la dedicación, esfuerzo y apoyo incondicional que tuvieron hacia mi persona para hoy verme culminando una etapa más de mi vida profesional.

A mi asesor de tesis el Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana quien con sus conocimientos y amplia experiencia fue un sabio consejero, guía y apoyo profesional para hacer posible este proyecto y lograr titularme como ingeniero civil.

Índice de contenidos

Carátula……i
Dedicatoria……ii
Agradecimiento. ...……iii
Índice de contenidos.....iv
Índice de tablas v
Índice de gráficos y figuras..... vii
Resumen……xi
Abtract……xii
I. INTRODUCCIÓN..... 1
II. MARCO TEÓRICO..... 5
III. METODOLOGÍA..... 22
3.1. Tipo y diseño de investigación…… 22
3.2 Variables y operacionalización……23
3.3. Población, muestra y muestreo……...24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos……...24
3.5. Procedimientos……..26
3.6. Método de análisis de datos……36
3.7. Aspectos éticos……..36
IV.RESULTADOS..... 37
V.DISCUSIÓN..... 63
VI.CONCLUSIONES 75
VII.RECOMENDACIONES 78
REFERENCIAS ……..……..79
ANEXO……...86

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía de eucalipto..... 10

Tabla 2. Composición química de las cenizas de las hojas eucalipto 11

Tabla 3. Taxonómia del elote..... 12

Tabla 4. Composicion química de la ceniza de las hoja de elote. 14

Tabla 5. Categoría de Subrasante..... 15

Tabla 6. Nº de Malla 15

Tabla 7. Clasificacion de suelo según su tamaño..... 16

Tabla 8. Calculo de contenido de humedad 16

Tabla 9. Clasificacion de suelo de acuerdo AASHTO 17

Tabla 10. Indice de plasticidad 19

Tabla 11. Metodo de Proctor Modificado. 20

Tabla 12. Instrumento de recolección de datos ……..……..25

Tabla 13. Calicata para cada tipo de vía (3) como mínimo CE.010……27

Tabla 14. Determinación del CBR CE. 010.……..……..27

Tabla15. Componente químico de la ceniza de hoja de eucalipto y maíz ……35

Tabla 16. Categoría de la Subrasante ……..……..……..35

Tabla 17. Análisis granulométrico de C-01 de la muestra patrón …..…..…..41

Tabla 18. Composición granulométrica de la muestra patrón ……..…....42

Tabla 19. Análisis granulométrico de C-02 del suelo natural ……..…42

Tabla 20. Composición granulométrica del suelo natural. 44

Tabla 21. Análisis granulométrico de C-03 del suelo natural 44

Tabla 22. Composición granulométrica del suelo natural.. 45

Tabla 23. Análisis granulométrico de C-04 del suelo natural..... 46

Tabla 24. Composición granulométrica del suelo natural 47

Tabla 25. Resultado de humedad de la muestra patron de C-01,C-02,C-03 y C-04 47

Tabla 26. Resultado de la Clasificacion de suelo por SUCS y AASHTO de la C-01,C-02,C-03 y C-04 48

Tabla 27. Resultado del Limite de Consistencia de la C-01,C-02,C-03 y C-04. 50

Tabla 28 Resultado del Limite de Consistencia del suelo natural con adicion de CHE y M para la C-03 y C-04 51

Tabla 29. Resultado del OCH y MDS de C-01,C-02,C-03 y C-04 del (SN) 53

Tabla 30. Resultado del OCH y MDS de C-03 y C-04 con adicion en 1%,3% y 6% de CHE y M..... 55

Tabla 31. Resultado del CBR al 95% y 100% correspondiente a la (MP) de C-01,C-02,C-03 y C-04 ……..…..57

Tabla 32. Resultado de CBR al 95% y 100% de C-03 y C-04 con adición de CHE y CHM ……58

Tabla 33. Influencia de la dosificación de CHE y M a la MP en 1%,3% y 6%……..……..…..59

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Arbol de eucalipto 9
Figura 2. Hoja de la planta eucalipto..……9
Figura 3. Usos comunes del eucalipto 10
Figura 4. Planta de maiz…. ……..……12
Figura 5. Hoja del maiz 13
Figura 6. Estructura del maiz ……..……13
Figura 7. Infraestructura vial ……..……14
Figura 8. Signos para la clasificación SUCS……..….17
Figura 9. Copa de Casagrande ……..……18
Figura 10. Limite Plástico ……..……18
Figura 11. Molde para realizar el ensayo de Proctor Modificado ……...20
Figura 12. Instrumento de CBR……..……..21
Figura 13. Molde de CBR 21
Figura 14. Zona de estudio Cieneguilla ..……..…..…26
Figura 15. Calicata 1 en la Av.Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla del Km 0-Km 1……..... 27
Figura 16. Calicata 2 en la Av.Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla del Km 0-Km 1…. ……..……..……..……27
Figura 17. Calicata 3 en la Av.Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla del Km 0-Km 1 …… 28
Figura 18. Calicata 4 en la Av.Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla del Km 0-Km 1……..……..……28
Figura 19. Zona de recolección de hojas de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas Km 3……..……..……28
Figura 20. Recolección de hojas de eucalipto ……..……29
Figura 21. Recolección de hojas de maíz ……..……..29
Figura 22. Pesando las hojas de eucalipto ……..……29
Figura 23. Pesando las hojas de maíz ….. ……...30
Figura 24. Lavado de hojas de eucalipto ……..30
Figura 25. Lavado de hojas de maiz 30
Figura 26. Secado de hojas de eucalipto..……..……31
Figura 27. Secado de hojas de maiz 31

Figura 28. Calcinacion de hojas de eucalipto …. ……32
Figura 29. Calcinacion de hojas de maiz 32
Figura 30. Ceniza de hojas de eucalipto ……..…….33
Figura 31. Ceniza de hojas de maíz ……..…….33
Figura 32. Calcinación de las hojas de eucalipto y maíz en la mufla 800ºC …...34
Figura 33. Ubicación Política de Cieneguilla ……..……..37
Figura 34. Ubicación de las 4 calicatas en la Av. Felipe de las Casas ……...…38
Figura 35. Recolección de hojas de eucalipto y maíz en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla ……...39
Figura 36. Cuarteo de muestra C-01……..……..40
Figura 37. Granulometria C-01..... 40
Figura 38. Curva granulometrica de la calicata Nº-1 ...…….…….…42
Figura 39. Curva granulometrica de la calicata Nº-2……. 43
Figura 40. Curva granulometrica de la calicata Nº-3…. ……..……...…45
Figura 41. Curva granulometrica de la calicata Nº-4 …… 47
Figura 42. Gráfica del CH de C-01, C-02, C-03 y C-04(SN)……...…..48
Figura 43. Limite liquido de la C-01 ……..……..…….……..…..….49
Figura 44. Limite plástico de la C-01 ……..……..49
Figura 45. Gráfico del límite de consistencia del (SN) ……50
Figura 46. Limite liquido con adición 1.0% C-03 ….. ……...50
Figura 47. Limite liquido con adición 1.0% C-04 ……..……...51
Figura 48. Límite de consistencia de con adición de CHE y M(C-03 y C-04)…..52
Figura 49. Ensayo de Proctor Modificado C-01 ……..……..53
Figura 50. Gráfico del Optimo Contenido de humedad del (SN) ….. ……...53
Figura 51. Gráfico de la Máxima densidad seca del (SN) ..……..……..54
Figura 52. Proctor Modificado con adicion de CHE y M(C-03) 54
Figura 53. Optimo Contenido de Humedad con adicion (CHE y M)C-03 y C-04……55
Figura 54. Maxima Densidad Seca con adicion (CHE y M) C-03 y C-04 ..…..…56
Figura 55. Ensayo de CBR de la muestra patron C-01 ……..……56
Figura 56. CBR al 95% y al 100% correspondiente de la muestra patrón ….…57
Figura 57. CBR al 95% y al 100 % con adición de CHE y M(C-03 y C-04) ..…58
Figura 58. IP con incorporación de CHE y M en la C-03 y C-04 ……..…...60

Figura 59. OCH con incorporación de CHE y M C-03 y C-04……..… ……..60
Figura 60. MDS con incorporacion de CHE y M en la C-03 y C-04..... 61
Figura 61. CBR con incorporacion de CHE y M en la C-03 y C-04 ...…..…...…62
Figura 62. IP con adición de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03 ……..…….....…..63
Figura 63. IP con adición de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04 ……...…….……...…….64
Figura 64. OCH con adición de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03…….……...65
Figura 65. OCH con adición de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04…….……..66
Figura 66. MDS con adición de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03…….……67
Figura 67. MDS con adición de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% de la C-03 y C-04….. ……...67
Figura 68. CBR con adición de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03…….……..68
Figura 69. CBR con adición de CHE y M a la MP en los % de 1%,3,% y 6% en C-03 y C-04 ……..…..69
Figura 70. IP con incorporación de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03……...…….……..…….……70
Figura 71. IP con incorporación de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04 ….. ……...71
Figura 72. OCH con incorporación de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03 ……..……....71
Figura 73. OCH con incorporación de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04 ….. ……...72
Figura 74. MDS con incorporación de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03.……..……....72
Figura 75. MDS con incorporación de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04 ….. ……...73
Figura 76. CBR con incorporación de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03 ……..……....73

Figura 77. CBR con incorporación de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04 …. ……..…...74

Resumen

En el presente trabajo de investigación se busca, alternativas de solución para mejorar la subrasante y se tiene como objetivo determinar la influencia de la adición de la ceniza de hojas de eucalipto y maíz en la estabilización de subrasante en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022 en el cual se adiciono 1%,3% y 6% en consideración de la muestra patrón. La metodología empleada es de tipo aplicada de enfoque cuantitativo el cual presenta un diseño cuasi-experimental y es de nivel explicativo. La población es la Av. Felipe de las Casas. Cuya muestra fueron de 4 calicatas. Se realizaron los ensayos de análisis granulométrico por tamizado, clasificación de suelos según SUCS y AASHTO, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor Modificado y CBR bajo la norma de una manera clara y confiable, para obtener buenos resultados del laboratorio, señalando como dosificación 1%,3% y 6% de ceniza de hoja de eucalipto y maíz siendo los resultados de la muestra patrón de C-03 y C-04 los siguientes: para el IP de la muestra patrón fue: 0% para C-03 y C-04,el OCH fue: de 8% y 12.7%,la MDS fue: 2.04 y 1.887,el CBR al 95% y al 100% de MDS fue:(23.6% y 30.9%),(14.5% y20.3%);Y al adicionar 1%,3% y 6% de CHE y M, en C-03 y C-04 se obtuvieron los siguientes resultados : el IP con adición fue: 0%,para ambos, el OCH fue :7.6%,9%,9.7% y 12.3%,13.6%,14.3%,la MDS fue: 1.986gr/cm3,1.900gr/cm3, 1.846gr/cm3 y 1.806 gr/cm3,1.753gr/cm3,1.708gr/cm3, el CBR al 95% y al 100% de la MDS fue :(29.8%,32.9%,39.4% y 35.8%,39.5%,46.1%) y(21.1%,23.9%,32.0% y 25.8%,29.1%,36.8).

En efecto se concluye que la adición de ceniza de hojas de eucalipto y maíz sirve como estabilizante para la subrasante en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

Palabra clave: Estabilización de subrasante, ceniza de hoja de eucalipto y maíz y CBR.

Abtract

In the present research work, alternative solutions are sought to improve the subgrade and its objective is to determine the influence of the addition of eucalyptus and corn leaf ash in the stabilization of the subgrade in Av. Felipe de las Casas, district of Cieneguilla, Lima-2022 in which 1%, 3% and 6% were added in consideration of the standard sample. The methodology used is of an applied type with a quantitative approach, which presents a quasi-experimental design and is of an explanatory level. The town is Av. Felipe de las Casas. Whose sample were 4 test pits. The tests of granulometric analysis by sieving, soil classification according to SUCS and AASHTO, moisture content, consistency limits, Modified Proctor and CBR under the standard were carried out in a clear and reliable way, to obtain good results from the laboratory, indicating as dosage 1%, 3% and 6% of eucalyptus and corn leaf ash, the results of the standard sample of C-03 and C-04 being the following: for the IP of the standard sample it was: 0% for C-03 and C-04, the OCH was: 8% and 12.7%, the MDS was: 2.04 and 1.887, the CBR at 95% and 100% of MDS was: (23.6% and 30.9%), (14.5% and 20.3 %); And when adding 1%, 3% and 6% of CHE and M, in C-03 and C-04 the following results were obtained: the IP with addition was: 0%, for both, the OCH was: 7.6 %,9%,9.7% and 12.3%,13.6%,14.3%, the MDS was: 1.986gr/cm3,1.900gr/cm3, 1.846gr/cm3 and 1.806 gr/cm3,1.753gr/cm3,1.708gr/cm3 , the CBR at 95% and 100% of the MDS was :(29.8%,32.9%,39.4% and 35.8%,39.5%,46.1%) and(21.1%,23.9%,32.0% and 25.8%,29.1% ,36.8).

Indeed, it is concluded that the addition of eucalyptus and corn leaf ash serves as a stabilizer for the subgrade in Av. Felipe de las Casas, Cieneguilla district, Lima-2022

Keywords: Subgrade stabilization, com and eucalyptus leaf ashes and CBR

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, se ha podido comprobar el desarrollo de la infraestructura vial, que es un factor determinante, para mejorar el desarrollo económico y la accesibilidad a las regiones, e incrementar la productividad de mercancía, maquinaria e insumos en los países, por lo que promover la conservación de las mismas es de vital importancia. Razón por la cual, se logra medir con facilidad aquellos países de Latinoamérica con altas iniciativas y acciones para el mantenimiento de sus carreteras lo que los convierte en exitosos, de acuerdo con el Banco Mundial el Índice de desempeño en Logística señala :“como aquel con mayor cantidad de avances en construcción y mantenimiento del sistema de carreteras es Chile, teniendo una red de 77.764Km incluido 2.387Km de autopistas conservadas en buenas condiciones, seguido de cerca por México y Panamá. (Banco Mundial,2019, p. 2). Asimismo, el Banco Mundial sostiene que los países con mayor problema en infraestructura vial son:

> Haití, Paraguay, Nicaragua y Bolivia, pues no solamente cuentan con poca cantidad de infraestructura vial efectivamente construida en contraste con el total del territorio; sino que también debe sumársele el increíble deterioro y poco mantenimiento efectuado en las vías existentes. (2019, p. 3).

La baja resistencia de los suelos puede mejorarse añadiendo un agente estabilizante a la subrasante, el cual “surge como sustituto de los materiales tradicionalmente usados en la superficie para el mejoramiento de la subrasante en la construcción de las carreteras” (Alarcón, Jiménez y Benítez, 2020, p. 78). Es por ello, que se encuentra dentro del mejoramiento de la subrasante la incorporación de aditivos naturales provenientes del reciclaje entre ellos cenizas de vegetales, cenizas de carbón, entre otros, los que presentan propiedades capaces de incrementar la resistencia del suelo y además mejorar sus características físicas y mecánicas, ayudando de esta manera no solamente a la conservación de las carreteras sino también al medio ambiente, puesto que se hace uso de materiales que disminuye la contaminación ambiental, adicional a ello se permite el incremento de durabilidad y resistencia de la carretera.

En el ámbito nacional, en muchas provincias se ha podido evidenciar afectaciones por el deterioro de las carreteras, ocasionado por ser la única vía de transporte utilizado para todo tipo de finalidades (transporte de carga, de pasajeros y personal), especialmente en la provincia de Lima se tiene la presencia de carreteras desgastadas esto por el constante congestionamiento. Asimismo, se encuentran zonas que no se encuentran pavimentadas. Es decir, “trochas carrozables, carreteras que además no cuentan con características geométricas estandarizadas según la normativa vigente” (Tupia, 2021, p. 1). De acuerdo a las estadísticas de infraestructura vial presentadas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones:

> Existe en todo el Perú un total de 22.600Km de carreteras pavimentadas, 27.041Km de red vial nacional y 4.441Km de carreteras no pavimentadas; dentro de la red vial nacional el 67% se encuentra en buen estado, el 22% se encuentran en estado regular, y el 11% se encuentran en mal estado. Todo ello deja constancia de la necesidad para la incorporación de mecanismos y soluciones que ayuden a la mejora en el estado y conservación de las carreteras a nivel nacional (2021, p.1)

A nivel regional, dentro del total de zonas críticas con necesidad de recuperación en sus carreteras se encuentra el distrito de Cieneguilla, lugar que presenta diversos “tramos que requiere un estudio profundo debido a que los materiales de la subrasante no tienen la capacidad suficiente para soportar el peso del pavimento y las carga que se ejerce por los vehículos” (Lezama,2022, p.2). Es así, como se encuentra la Avenida Felipe de las Casas, en dicho distrito, una avenida que no escapa de esta realidad, ya que la resistencia del suelo no es la más idónea lo que trae consigo la presencia constante de desgaste en la pavimentación en el lugar, generando un mayor congestionamiento vehicular, lo cual provoca las quejas por parte de los transeúntes y de los dueños de los vehículos tanto público como particulares. Por lo que nace la necesidad de mejorar la capacidad portante del suelo en la zona de la Avenida Felipe de las Casas con la intención de permitir la durabilidad de las carreteras.

Por tal motivo se plantea la siguiente interrogante como problema general del estudio, ¿Cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022?. De la cual se desprende las siguientes interrogantes como problemas específicos, ¿ Cómo influye la dosificación de la adición de cenizas

de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022?; ¿ Cómo influye la adición de cenizas eucalipto y maíz en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022?; y, ¿ Cómo influye la adición de cenizas eucalipto y maíz en las propiedades mecánica de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022?.

Se tiene como justificación teórica, que el presente estudio promoverá la creación de nuevos conocimientos en virtud de lograr mejorar la subrasante en las carreteras a través de la incorporación de la ceniza de eucalipto en conjunto con el maíz como suplemento que reemplace a otros insumos comúnmente utilizados, obteniendo así aportes científicos para el mejoramiento de las carreteras, sino que también para el aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Se tiene como justificación metodológica, la inserción del uso de procesos metodológicos adaptados al experimento sobre la incorporación de ceniza de eucalipto y maíz, teniendo dentro de los ensayos y pruebas de laboratorio en mecánica de suelos un referente para otras investigaciones que no solamente hagan uso del mismo compuesto en diferentes vías sino a aquellos cuya visión sea la incorporación de cualquier otro tipo de material reciclable. Esta investigación se justifica socialmente, ya que al proponer una mejora dentro de la subrasante de la Avenida Felipe de las Casas en el distrito de Cieneguilla se podrá beneficiar la población que hacen uso de esta vía tanto para el transporte público, particular o de carga, asimismo, a cada uno de los comerciantes a quienes se les evitaran inconvenientes derivados de accidentes de tránsito en dicho lugar. La justificación económica reside en la disminución de costos que se podrá obtener al hacer uso de materiales y productos completamente orgánicos e inclusive comúnmente desechados. La justificación ambiental radica en que, al hacer uso de cenizas de la hoja de eucalipto y maíz, constantemente desechados, se concientizará a la población en el aprovechamiento de todos los recursos con los que se dispone y además disminuimos la contaminación ambiental del suelo al arrojar estos desechos sin ningún reaprovechamiento.

Se tiene como objetivo general, evaluar de qué manera influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022. Derivando en los siguientes

objetivos específicos, determinar cómo influye la dosificación de la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022, determinar cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022, determinar cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022.

La hipótesis general es; la adición de cenizas de eucalipto y maíz mejorara de manera significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022. Las hipótesis específicas serán; la dosificación de la adición de cenizas de eucalipto y maíz influye positivamente en las propiedades físicos y mecánicas de la subrasante en la carretera Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022; la adición de cenizas de eucalipto y maíz influye de manera positiva en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022; la adición de cenizas de eucalipto y maíz influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional tenemos a Barragán y Cuervo (2019) en su tesis nos menciona que su objetivo principal es Analizar los factores físico-mecánicos asociados a la resistencia de un suelo arenoso arcilloso al adicionar ceniza de cascara de arroz, en cuanto a la metodología tiene un enfoque cuantitativo cualitativo de diseño experimental y tipo descriptivo mixto tiene como resultado , que al adicionar de 1% aumentar su capacidad de soporte de CBR en un 19% se concluye, que si mejora el suelo adicionando este producto.

Garzón y Lugo (2019) nos menciona en su trabajo de investigación que su objetivo primordial es acerca del análisis de la resistencia, estabilidad y durabilidad del suelo estabilizado con cal y ceniza vegetal en el municipio Paz de Ariporo, tiene como metodología un enfoque cuantitativo de diseño experimental, tuvo como resultado que al adicionar 10% de cal +20% de ceniza vegetal su CBR aumenta en un 78 % llegando a la conclusión, que aplicando ceniza vegetal y cal mejora las características mecánicas del suelo.

Clavería, Triana, Varón (2018), en su tesis nos menciona que el objetivo es el comportamiento de suelos volcánico estabilizado con la ceniza de cascara de arroz y bagazo de caña para el suelo, su metodología es de tipo aplicada de diseño experimental y nivel explicativo tuvo como resultados que al adicionar 5% ,10% y 15 % aumento su CBR en 38.81%,40.47% y 30.07% y al adicionar CBCA al 5%,10% y 15% aumento CBR en un 23.25%,28% y 24.75% llegó a la conclusión que mejora el suelo un gran %.

Tenemos antecedentes nacionales Hoyle y Rodríguez (2019) en su investigación su objetivo, principal mejorar el suelo adicionando fibras de raquis de musa paradisiaca y cenizas hojas de eucaliptus en trocha carrozable, aplico una metodología de enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental, tuvo como resultado que al adicionar un 5%,10% y 15% aumento su CBR en un 7.41%,11.24% y 9.27% llegando a la conclusión que al adicionar estos productos ya mencionado mejoran el suelo.

Flores y Lock (2021) en su tesis nos menciona que su objetivo , es evaluar la estabilización en la subrasante cuando se adiciona ceniza de hojas de mango y palta con los siguientes proporciones de 5%, 10% y 15% aplico un método de tipo aplicada y de diseño experimental, tuvo como resultados, al adicionar 5%,10% y el 15% se obtuvo un CBR del 12.2%,CBR de 14.5% y CBR del 16.0% se concluyó que si son beneficiosos las CHM y P para la estabilización del suelo por que mejora sus propiedades y mejora el suelo.

Mollo (2021) en su investigación, tiene como objetivo demostrar cómo influye la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto para la estabilización de subrasante, su metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo de diseño experimental y de nivel explicativo, tuvo como resultado al agregar 3%,7% y 11%, incremento su CBR, en 8.20%,10.10% y 12.20%, se concluye que si mejora el suelo en estudio con CHE.

Julca (2020) en su tesis nos menciona que el objetivo primordial es estudiar el Suelo arcilloso con ceniza de hoja maíz y con carbón pulverizado para la mejora de la subrasante , donde aplica la metodología de enfoque cuantitativa de tipo aplicada de nivel explicativa de diseño experimental, tiene como muestra el camino vecinal de ancash entre Km. 8 + 000 a km. 9 + 000 donde se realizó 1 calicata de 1.50m se tiene como resultado que al adicionar el 6%,11% y 16%, ceniza de la hoja de elote y polvo de carbón indica que el C.B.R al 100% aumenta un 40.2%, 51%, y 59.2l, se concluye que si estabilizan los suelos además el valor de CBR si aumenta alcanzando los parámetros de la norma.

Tupia (2021) en su tesis tiene como objetivo probar que la ceniza de hoja de eucalipto actúa en la estabilización de la subrasante, el cual tiene una metodología de tipo aplicada, enfoque cuantitativo de diseño experimental y de nivel explicativo, tuvo como resultado que al incorporar 4%,7% y 11% incremento su CBR en 13.90%,24.40 y 33.90% correlativamente, teniendo como conclusión que es favorable para el suelo

Para estudiar de mejor manera el tema se tomará en cuenta la revista científica (IRJIET) Volumen 3, Número 1, págs. 20, estos desarrollados por; Omoloye (2019) Su objetivo es la Comparación entre las propiedades de resistencia de Suelos lateríticos estabilizados con ceniza de hoja de plátano y aceite de palma se evaluó fresno frondoso. La metodología tiene como enfoque cuantitativo diseño experimental Pruebas preliminares de laboratorio tales como CH, GE, límite de Atterberg, Compactación estándar británica, relación de carga de California, Resistencia a la compresión no confinada y AASHTO clasificación se llevaron a cabo para evaluar los fundamentos Como resultado se mostró que el suelo se clasificó según AASHTO como un suelo A-7-5. Pruebas de resistencia como Compactación, California Bearing Se llevaron a cabo la relación y la resistencia a la compresión no confinada. en las muestras de suelo mezcladas con los aditivos en porcentajes de 2,4,6,8 y 10 en peso del suelo. Resultado de compactación mostró que los números más altos (MDS), Relación de Cojinete de California (CBR) conclusión la fuerza a la compresión no confinada (UCS) se obtuvo a 4% de contenido de ceniza de hoja de plátano mientras que esta fuerza característica se obtuvo al 6% de ceniza de hoja de palma de aceite contenido.

Oluwaseun (2019) Revista científica ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – Ingeniería Volumen XII (2019). su objetivo evaluar las cualidades geotécnicas de la tierra laterítico utilizando ceniza de mazorca de maíz metodología tiene como enfoque cuantitativo y diseño experimental, como resultados al adicionar 2%,4%,6%,8% y 10% aumenta su CBR en 11.10%,18.05%,24.64%,28.20% y 26.10%. Por lo tanto, se concluyó que él % optimo al adicionar es el 8% CMM ya que mejora satisfactoriamente la subrasante y sirve como un agente estabilizador económico para estabilizar suelos lateríticos, especialmente para subrasantes.

Brooks (2019) Revista internacional de investigación en ingeniería aplicada ISSN 0973-4562 Volumen 14, número 4 (2019) págs. 1025-1030 tiene como objetivo es estabilizar el suelo con cenizas volantes y cenizas de residuos de maíz. Tiene una metodología del enfoque cuantitativo por ende un diseño experimental se realizará las siguientes pruebas en sayos de CBR de acuerdo con la norma ASTM D 1883.Ensayos UCS, Para esto propósito se realizará en, un suelo con alto contenido de arcilla donde se mezcla con cenizas volantes y cenizas de residuos

de maíz. como resultado de este estudio al adicionar 15% y 6% aumenta su CBR en 10% y 12% llegando a la conclusión que si mejora el suelo adicionando la CV y CRM.

Aiswarya (2019) mentions that its objective is to improve the properties of the subgrade by adding mango ash in different proportions where it applies a quantitative approach methodology of the type applied experimental design, a result that by adding 4%, 8% 12% and 16% ash from the mango leaf increased its CBR by 11.16%, 12.28%, 21.96% and 3.72%, it is concluded that the ashes of dry mango leaves act satisfactorily with the addition of 12%, it has an excellent CBR since it increases by 21.92 %.

Padmawathi (2019) mentions that its objective is to convert the coconut leaf into ash to improve the properties and characteristics of the black cotton soil, applies a quantitative approach methodology of an applied type experimental design, place of study at kariapatti university, Virudhunagar district 5km result that adding 3% coconut leaf ash increased its CBR by 4.9%, it is concluded that coconut leaf ash does not improve the soil since it is less than 6% of the CBR.

Como base teórica se tiene a la variable independiente, el eucalipto y maíz. El eucalipto es una especie de árbol que se originó en “Australia en los pequeños lugares de la costa del oeste de Tasmania donde se encontró más de 700 especies diferentes y que de ahí fue distribuido en muchas partes del mundo por el capitán Cook” (Mollo,2022, p.7). Posteriormente el eucalipto es una “especie muy exigente, pues requiere entre 1000 y 1500 horas sol/año de luminosidad natural y una moderada precipitación entre 1000 y 2000 milímetros al año, para su buen crecimiento” (Ospina,2006, p.15). Anteriormente, “los árboles de eucalipto llegaban a medir 150 m de altura; sin embargo, en la actualidad debido a los factores climáticos estos árboles alcanzan una altura no mayor a 60 m”. (Mollo 2022.p.7).

El Perú cuenta en la “actualidad con 536,530 hectáreas de eucalipto que se encuentran la mayor parte en Cusco, Apurímac y Junín” (Velasquez,2019, p.16)

Figura 1. Árbol de eucalipto

Los árboles de eucalipto presentan una “corteza oscura y rugosa en la parte baja del troco de blanquecina, gris -azulada o verdosa” (Mamani,2015, p.6).

Las hojas de eucalipto vienen hacer una rama colgante del tronco que tienden hacer “ovaladas, sésiles y alargadas que optan por ser brillante azulado verdusco en ambas caras” (Mamani,2015, p.7). Además, “contiene un óleo que se extrae de las hojas mediante la destilación por la conducción de vapor y un olor balsámico que sirve como desinfectante. Cabe mencionar que las hojas se emplean como remedio casero para desinflamar las vías respiratorias” (Velásquez 2019, p.24).

Figura 2. Hoja de la planta de eucalipto.

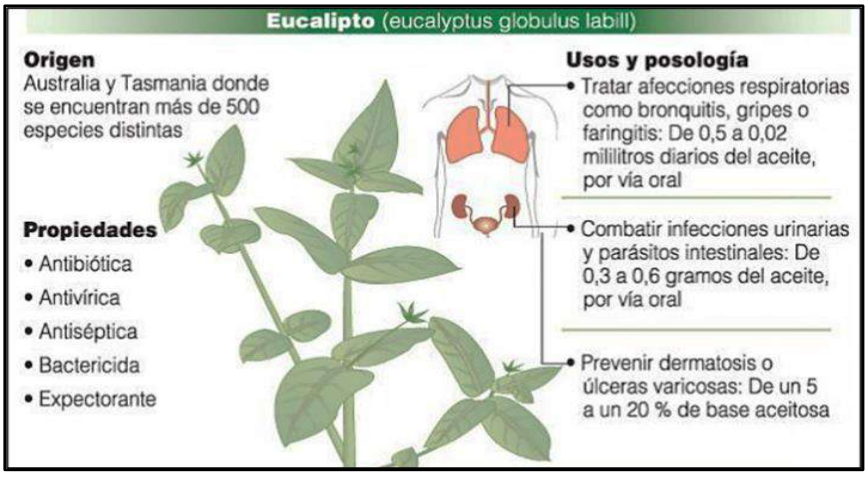


Figura 3. Usos comunes del eucalipto.

Taxonomía del eucalipto, según los estudios realizados por el botánico “Artour Cronquist, el eucalipto presenta el siguiente sistema de clasificación”. (Mendoza,2000, p.4)

Tabla 1. *Taxonomía de eucalipto*

Nombre científico	Eucalyptus
Familia	Mitáceas
Nombre en español	Eucalyptus
Nombre en francés	Eucalyptus
Nombre en inglés	Eucalyptus leaf
Partes usadas	Toda la planta
Origen	Andes del Perú

Fuente: Datos extraídos de VELÁZQUES, 2019

La ceniza se puede trabajar como “adición y/o sustitución ya que, al estar sometidas a altas temperaturas, esta adquiere diversos efectos en el nuevo material”. (Girón, Mancha, Romero,2021, p.35)

En primer lugar, para la obtención de la ceniza de la hoja de eucalipto se debe realiza a través de una secuencia, “donde 1 es la recolección, 2 pre – quemado, 3 es el quemado y 4 el tamizaje. Además, el grado temperatura adecuada para calcinar la ceniza esta entre 300º a 400º c alrededor de 1 hora”. (Matías,2018, p.2). En segundo lugar, el método de fluorescencia de rayos x determina las propiedades químicas que tiene la ceniza de la hoja de eucalipto. Es por ello “que a través del método (espectrometría de rayos x) se registran las sustancias químicas que contiene dicha ceniza (Ca), (Fe2O3), (SiO2), (Al2O3) de los cuales coindice con el cemento” (Perez,2017, p.37).

Tabla 2. *Composición química de las cenizas de las hojas de eucalipto.*

COMPOSICIÓN QUÍMICA
OXIDO DE CALCIO
DIOXIDO DE SILICIO
TRIOXIDO DE AZUFRE
OXIDO DE MAGNESIO
OXIDO DE MANGANESO
TRIOXIDO DE ALUMINIO
TRIOXIDO DE HIERRO
OXIDO DE BARIO
PENTOXIDO DE FOSFORO
OXIDO DE ZINC
OXIDO DE COBRE
TRIOXIDO DE CROMO

Fuente :(Perez,2017, p.38)

"El maíz se originó en el país de México entre los años ocho mil y seis mil AC, a 500 km de la ciudad de México y que de ahí se fue distribuyendo hacia los demás lugares de América" (Acosta,2009, p.132). Cabe mencionar que "alrededor de 50 razas de maíz se encontraron en México y que existen siete maíces parecidos en Guatemala, (6) Colombia, (5) Perú, y (2) Brasil". (Acosta,2009, p.132). El maíz se desarrolla en climas "tropicales hasta climas fríos con una temperatura de 12º a 18ºC y una precipitación fluvial que debe estar entre los 600 a1000 mm/año para su buen crecimiento" (Badillo,2016, p12). El maíz es una planta de gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar una altura de 3.5 m (Quevedo ,2019, p.2).El Misterio de desarrollo Agrario y Riego sostiene que la producción de maíz durante el año 2021:

> En el Perú presentaba 297757 de hectárea de maíz y que la mayor parte se encontraban en Áncash, La libertad, Lambayeque, Lima, Ucayali y Cajamarca, produciendo 1millon 277mil 609 toneladas, lo que significa un crecimiento de 13,4% respecto al año 2020 que obtuvo un crecimiento de 7.5% y que en el año 2022 presenta 176 mil 073 hectáreas de maíz disminuyendo en un 0.9 % de producción (2022, p.10).

Figura 4. Planta de Maíz

Taxonomía del maíz, según los estudios realizado por “Reeves y Mangelsdorf en el año 1942 el maíz es considerado como único género en su especie, el cual presenta en el siguiente sistema de clasificación” (Quevedo,2019, p.2)

Table 3. *Taxonomía del elote*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Genero	Zea
Especie	Zea mayz

Fuente: Astete y Campos,2019, p.10)

El “tallo del maíz está constituido por un eje vertical sólido, alargado de forma cilíndrica que puede alcanzar 4m de altura” (Oñate,2016, p.15)

La hoja de maíz está constituida por 3 partes, el cuerpo, la vaina y el cuello, donde cuerpo es la parte principal donde intercepta la luz solar y que la vaina es donde se envuelve alrededor del tallo y finalmente al cuello que se demarca entre el cuerpo y la vaina” (Endicott et al,2011, p.9). Cabe mencionar que las hojas se van desarrollando en función a su madures y del medio ambiente, donde se produce de “20 a 21 hojas normalmente, además se menciona que son alargadas y que crecen gradualmente hasta lograr una altura de 10 pies y las hojas llegan alcanzar entre 18 y 36 pulgadas” (Endicott et al,2011, p.10)

Figura 5. Hoja del maíz

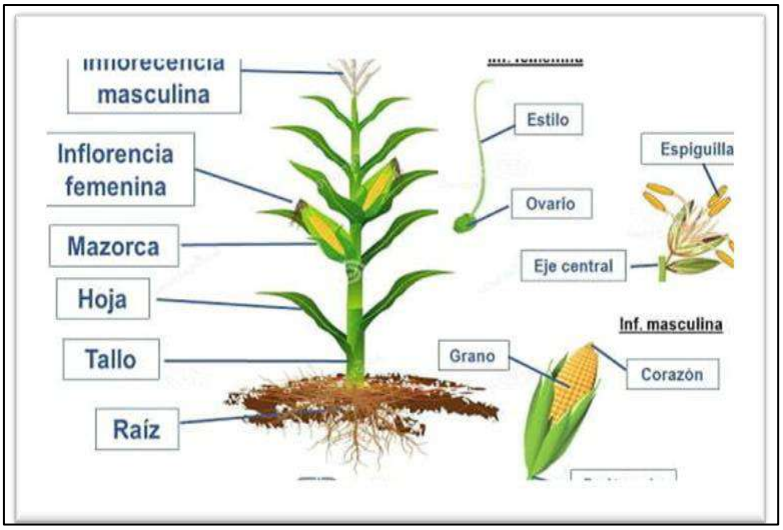


Figura 6. Estructura del maíz

La ceniza de maíz es un polvo gris que contiene “característica propia que presenta propiedades químicas que sirve para emplear como adición a cualquier tipo de material” (Santos yTello,2020, p.11). Cabe mencionar que la “ceniza de la hoja de tuza es un componente destacable debido a que contiene un alto porcentaje en sílice” (Romero y Tineo ,2021, p.11).

Para conocer que propiedades químicas tiene la ceniza de la hoja de maíz se debe realizar el método de “análisis químico el cual determina el porcentaje básico expresado por la ceniza de hoja de maíz, que el óxido de silicio y el óxido de calcio que son componentes puzolánicos” (Caro,2018, p.23).

Tabla 4. *Composición química de la ceniza de las hojas de elote*

OXIDOS	%
SiO2	47.62
AI2 O3	0.00
Fe2 O3	1.58
CaO	5.16
MgO	4.12
SO3	0.90
K2O	9.51
Na2O	0.33
ZnO	0.06
MnO	0.28

Fuente: Águila y Sosa (2008)

En segundo lugar, tenemos como variable dependiente a la estabilización de la subrasante. La subrasante se define como el nivel del suelo terminado en el cual se coloca la "estructura del pavimento o afirmado que está conformado por suelos seleccionados para constituir un cuerpo estable de tal manera que no se afectada por las cargas de los vehículos" (MTC,2013, p.23).

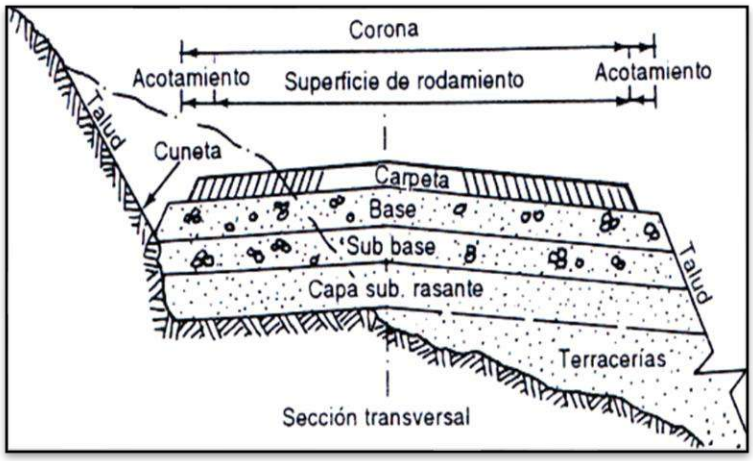


Figura 7. Infraestructura vial

De acuerdo a la norma de Suelos Geología, Geotecnia y Pavimento, nos indica que si un "suelo se encuentra por debajo del nivel de la subrasante y tenga un CBR < 6% se procederá a estabilizar a fin de no perjudicar a la estructura del pavimento" (MTC,2014, p.25).

Tabla 5. *Categoría de Subrasante*

SUBRASANTE	CLASIFICACIO DE CBR %
Inadecuada	CBR ≤ 3%
Regular	8% < CBR < 3%
Buena	8% < CBR < 17%
Excelente	CBR > 17%

Fuente: Pavimentos Urbanos

Estabilización de subrasante, consiste en mejorar las propiedades físicas o mecánicas del suelo ya sea un suelo cohesivo o no cohesivo adicionando productos reciclados o "aditivos químicos como son: cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica" (MTC,2013, p.107).

Análisis Granulométrico, nos permite determinar los diferentes taños de partículas que pasan por las diferentes mallas a si mismo dándonos a conocer con qué tipo de material vamos a trabajar ya sea "grava, arena, limo o arcilla" (Nuñes,2013. p.5). Cabe mencionar que la MTC E-107 y NTP 339.128 nos da todos los parámetros para poder obtener un buen (AG).

Tabla 6. *Nº de Malla*

Tamices	Aberturas
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
¾"	9,500
N º4	4,760
Nº10	2,000
Nº20	0,840
Nº40	0,425
Nº60	0,260
Nº140	0,106
Nº200	0,075

Fuente: MTC (2016)

Tabla 7. *Clasificación de suelo según Tamaño*

Material		Dimensión de partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 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

Fuente: MTC (2013)

Contenido de Humedad, de acuerdo a la NTP 339.127 y MTC E 108 nos indica que "(CH) de un suelo viene hacer la cantidad de agua que se encuentra en la muestra, con respecto a su masa, el cual se expresa en % en relación de su peso seco" MTC,2016, p.49). para poder determinar el CH se debe realizar el siguiente calculo, "restar los pesos del suelo húmedo y seco a si obteniendo el peso H_2O, finalmente se procede a dividir el peso del agua son el peso del suelo seco" (Escobar,2022, p.27)

Tabla 8. *Cálculo del contenido de humedad*

Cálculo de contenido de humedad	
$w = \frac{\text{Peso .de .agua}}{\text{Peso .de.suelo .secado.al .horno}} x100$	
W	Es el contenido de humedad, (%)
Mw	Es el peso del agua, en gramos
Ms	Es el peso de las partículas sólidas, en gramos

Fuente: Elaboración propia del autor

Clasificación de suelo, el sistema de clasificación fue desarrollado por “Terzaghi y Hogentogler en 1928, se enfoca en el ámbito vial, diseño de subrasante, subbase, bases de carreteras y terraplenes. Se divide en dos partes en (AASHTO y SUCS)” (Garzón,2019, p.5)

Tabla 9. *Clasificación de suelo de acuerdo AASHTO*

Descripción General	Suelos granulares que pasa menos del 35% por el tamiz de 0.08 mm							Suelos finos que pasa más del 35% por el tamiz de 0.08mm				
Símbolo de Grupo	A1		A-3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Granulometría												
% que pasa por el tamiz												
2 mm	≤.50											
0.5 mm	≤.30	≤.50	≥.50									
0.08 mm	≤.15	≤.25	≤.10	≤.35	≤.35	≤.35	≤.35	≥.35	≥.35	≥.35	≥.35	≥.35
Limites Atterberg LL	≤.6	≤.6		≤.40	≥.40	≤.40	≥.40	≤.40	≤.40	≤.40	≤.40	≥.40
IP				≤.10	≤.10	≥10	≥40	≤.10	≤.10	≥10	≥10 IP<LL -30	≥10 IP<LL -30
IG	0	0	0	0	0	≤.4	≤.4	≤.8	≤.12	≤.16	≤.20	≤..20
Tipo de material	Piedra, grava y arena		Arena Fina	Gravas y Arenas limosa o arcillosas				Suelos limosos		Suelo arcilloso		
Calidad	EXCELENTE A BUENA			ACEPTABLE A MALO								

Fuente: MTC-2014

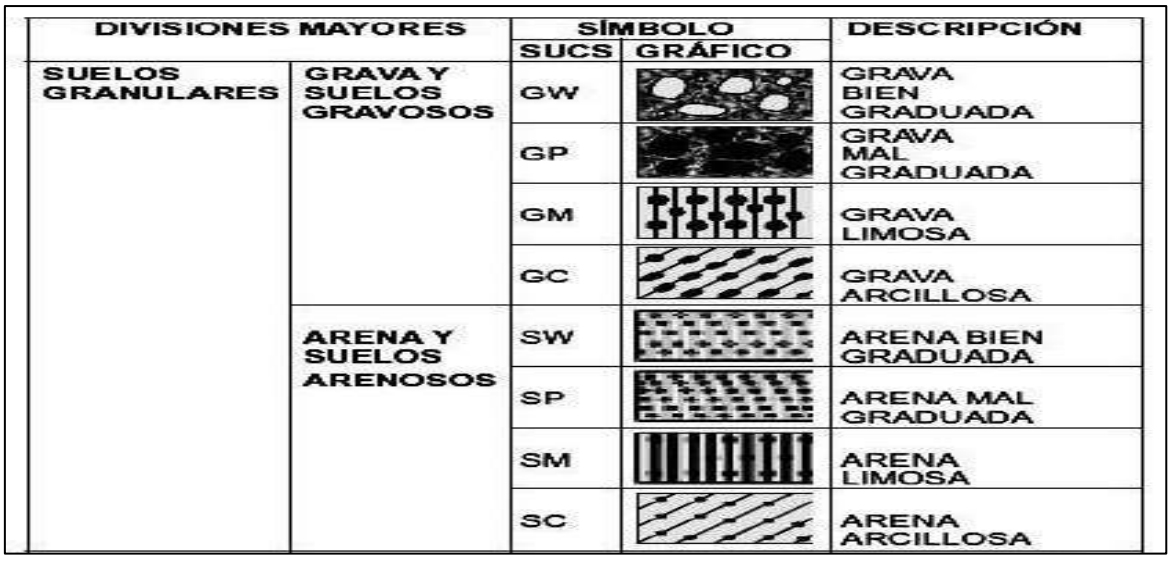


Figura 8. Signos para la clasificación SUCS

Limite Liquido, de acuerdo a la MTC E-110 y NTP 339.129 nos indica lo siguiente que el (LL) se da cuando el “suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y se puede moldear para determinar el % de humedad que contiene la muestra donde se realiza a través de la copa de Casagrande” (MTC,2013, p.36).

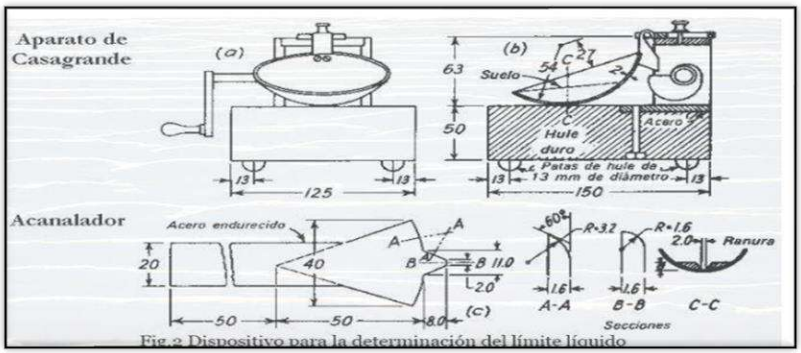


Figura 9. Copa de Casagrande

Limite Plástico, de acuerdo a la MTC E-111 y NTP 339.129 nos menciona, que el suelo pasa de una transformación plástico a una transformación semisólido y se desmorona” (MTC,2013, p.36). “Esto sucede cuando los rollitos de la muestra del suelo de aproximadamente de 3mm sufren un agrietamiento y un desmoronamiento al ser rodado sobre la superficie de un vidrio” (Nuñes,2013, p.11).

Figura 10. Limite Plástico

El índice de plasticidad, de acuerdo a la MTC E-111 y NTP 339.129 seda por la resta del LL y LP donde se determina si el suelo, contiene un “índice plasticidad grande, media, baja o no presenta plasticidad, esto va a depender del tipo de suelo que estes estudiando por lo general se presenta con un IP alto en las arcillas y con un IP bajo en las gravas” (MTC,2013, p.37).

Tabla 10. *Índice de plasticidad*

IP	Plasticidad	Descripción
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

Fuente: MTC. (2013)

Proctor Modificado, de acuerdo a la MTC E-115 y NTP 339.141 nos menciona que el ensayo de (PM) se utiliza para determinar la “relación entre el contenido MDS y el OCH del suelo, también nos indica lo siguiente que este en sayo solo se aplica para suelos que quedan retenido menos o igual al 30% en el tamiz (3/4”)”(MTC,2016,p.105).De acuerdo al Ministerio de Transporte y comunicaciones la prueba del PM se realiza bajo 3 métodos de compactación, teniendo en primer lugar :

> Al método (A) que menciona lo siguiente: Solo se podrá usar este método si queda retenido menos del 20 % en el tamiz (Nº4)donde se tendrá que usar un molde 101.6mm de diámetro de 4”y que realizaras 25 golpes por el número de capas que viene hacer 5,seguidamente tenemos al método (B) donde solo se podrá utilizar si más del 20 % queda retenido en la malla (Nº 4) y menos del 20% queda retenido en el tamiz (3/8) donde se tendrá que usar un molde 101.6mm de diámetro de 4”y que realizaras 25 golpes por el número de capas que viene hacer 5 y por último tenemos al método(C) que menciona lo siguiente solo se usa este método cuando más del 20% se retiene en el tamiz (⅜) y menos de 30% es retenido en el tamiz (¾).(2016,p.106)

Máxima densidad seca, se define como “DS en relación entre el contenido de HO y su densidad de ésta al ser expuesto a una variación por trabajo mecánico externo” (Ore,2022, p.29)

Optimo contenido de humedad, se define como el “contenido de agua, al que el suelo requiere para ser compactado al peso unitario seco máximo utilizando un esfuerzo de compactación modificado” (Ore,2022, p.29)

Figura 11. Molde para realizar el ensayo de Proctor Modificado

Tabla 11.*Metodo del Proctor Modificado*

Metodo A			**Metodo B**			**Metodo C**		
Tamiz	**Molde**	**Martillo Piston**	**Tamiz**	**Molde**	**Martillo Piston**	**Tamiz**	**Molde**	**Martillo Piston**
Nº4	101,6 mm de Ø (4”)	44.5 N o 10 lb	Nº4 Nº3/8	101,6 mm de Ø (4”)	44.5 N o 10 lb	Nº 3/8 Nº3/4	152,4 mm de Ø (6”)	44.5 N o 10 lb
Golpes	Capas		Golpes	Capas		Golpes	Capas	
25	5		25	5		56	5	

Fuente:Elaborado por el autor

CBR,de acuerdo a la MTC E 132 y NTP 339.145 se determina el CBR como el ensayo que evalúa la “resistencia potencial de la subrasante, subbase y base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías”(Pizarro y Huallpa,2018,p.35). Según Borja nos menciona lo siguiente:

> El CBR determina la resistencia del suelo en condiciones de humedad y densidad dando un % lo cual está definido como la fuerza de penetración a una velocidad constante, además el CBR se obtiene como la relación de carga unitaria para llegar a una determinada profundidad de penetración del pistón que contiene un área de 19.4 cm2 (2021, p.33)

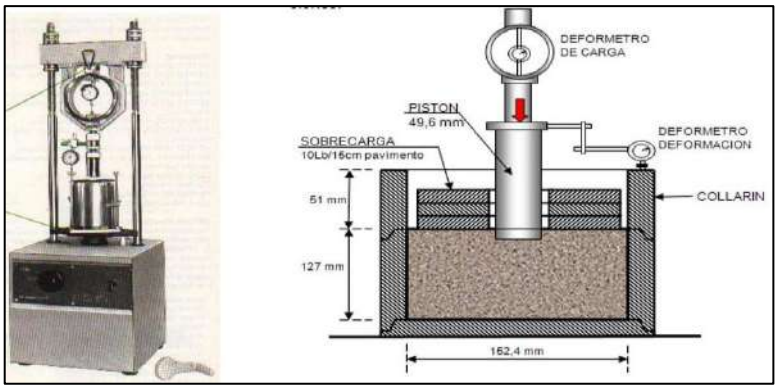


Figura 12. Instrumento de CBR

Figura 13. Molde de CBR

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada, “consiste en trabajar con los resultados de una investigación pura, a fin de adquirirlos en beneficios de la sociedad” (Lopez,2002, p.22). La investigación que estamos realizando es de tipo aplicada donde se podrá generar nuevos conocimientos partiendo de lo antes investigado.

Diseño de investigación: “Experimental, concierne a los estudios de la variable independiente donde se manipula para analizar los efectos sobre una o más la variable dependiente” (Orozco,2017, p.17).” Por ende, el diseño cuasiexperimental es poner aprueba una hipótesis casual manipulado de la variable independiente” (Fernandez,2014, p.756). El diseño que se aplicó a la investigación es experimental donde, la VIP actúa sobre la VDP además es de tipo cuasi experimental, ya que la variable dependiente estará sometida a distintos cambios.

Nivel de investigación: **“**Explicativo concierne en cómo se comporta la variable que va hacer investigada debido a la acción de la otra variable, mostrando un análisis de causa y efecto que esta direccionado por el indagador” (Supa,2014, p.2). Para la investigación se usó este tipo de nivel debido a que se estudia a las variables donde la combinación de la ceniza de eucalipto y maíz actúa sobre la subrasante por lo cual se obtendrá nuevos resultados.

Enfoque de investigación: “Cuantitativo seda por la recolección y el análisis de datos para responder las preguntas y probar la hipótesis previamente establecida de la investigación” (Vega,2014, p.525). En este estudio se utilizó un enfoque cuantitativo, debido a que se utilizará los ensayos que indica la norma, para estabilizar el suelo donde nos dará como resultado valores numéricos.

3.2 Variables y operacionalización

Variables de estudio:

Variable Independiente: Ceniza de eucalipto y maíz.

Definición conceptual: Ceniza de eucalipto y maíz, seda a través de la calcinación de la hoja donde contiene “propiedades químicas, que se puede ver a través del método (espectrometría) que registran las sustancias que contiene dicha ceniza (Ca), (Fe2O3), (SiO2), (Al2O3) de los cuales coindice con el cemento” (Perez,2017, p.37).

Definición operacional: Las cenizas de eucalipto y maíz se evaluarán en base a la, propiedades, dosificación y tenacidad que se dará al suelo. La incorporación de ceniza se dará en diferentes % a ensayar en las muestras.

Dimensión: Dosificación.

Indicadores: 1%-3%-6% de ceniza de eucalipto y maíz

Escala de medición: La razón.

Variable Dependiente: Estabilización de la subrasante.

Definición conceptual: “La estabilización de la subrasante se define como el mejoramiento de las PF y M que seda a través de la adición insumos naturales, químicos y sintéticos” (MTC, 2014 pág. 92).

Definición operacional: La caracterización de este dependerá de diferentes factores los cuales serán: CH, AGT, L L, L P, IP, E P M y CBR.

Dimensión: Propiedades mecánicas y físicas.

Indicadores: Análisis G, Contenido de H, clasificación de SUCS y AASTHO, Limite P, Limite L, Índice P, Máxima DS, Optimo CH y CBR.

Escala de medición: La razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: “Es un global de caso definido, accesible y limitado que se tornará para escoger la muestra” (Arias et al,2016, p.202). Para el estudio se tomó como población la Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla (VL) de la progresiva 0+00 a la progresiva 1+00 de la subrasante donde se obtendrá la muestra.

Muestra: “Es una parte representativa de la población donde se llevará acabo la investigación” (Lopez,2004, p.69). “La muestra es la cantidad de objeto o materiales que se estudia sin la obligación de estudiar toda la población” (Lopez,2004, p.70) para la investigación se tomó como muestra 4 calicatas de la progresiva 0+00 a la progresiva 1+00 de la subrasante de la Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla donde la “norma de pavimento urbanos nos menciona que si la vía que estas estudiando es local deberás hacer una calicata cada 1800 metros 2” (NTP CE. 010,2010, p.4). Consultando con la municipalidad de Cieneguilla nos menciona que la Av. Felipe de las casas es una vía local teniendo una longitud de 1000m y un ancho de 7.20 para determinar mi calicata lo que tengo que hacer es multiplicar el (L x A) y dividir entre 1800.

Muestreo: “Es una técnica que se basa en el juicio del investigador para realizar la selección de los elementos que pertenecieran a la muestra” (Velasco,2017, p.9). En este estudio se optó por el muestreo no probabilístico ya que la muestra será seleccionada por el indagador. Se selecciono los tramos afectados para el recojo de muestra para el estudio correspondiente.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de investigación:

“Consiste en recopilar, examinar, analizar y exponer la información obtenida a través de un método” (Changoya,2008, p.18). Para esta investigación se empleará la observación para una correcta obtención de datos. En la cual se procederá mediante el recorrido de la vía escogida que se encuentra afectada para la obtención de información de lo cual me permitirá tener un mayor panorama para la investigación.

Observación directa:

Consiste en un" registro del comportamiento o conducta que se manifieste en el lugar de los hechos. A través de la técnica de OD el indagador puede recoger datos mediante la observación teniendo un amplio panorama y una información confiable" (Loggiodice,2010, p.125).

Instrumentos de recolección de datos:

"Son recursos que se utiliza para obtener información ya sea en un dispositivo o formatos, además nos permite medir el comportamiento o atributo de la variable" (Godinez,2013, p.4). Para el estudio se realizarán ensayos para obtener resultado confiable para poder identificar el comportamiento de CHE y M en la subrasante.

Tabla 12. *Instrumento de recolección de datos*

FICHAS	TECNICA	INSTRUMENTO
FICHA DE OBSERVACIÓN. FICHAS DE ENSAYO NORMADA.	OBSERVACION DIRECTA	ENSAYO DE LABORATORIO

Fuente: Elaboración propia.

Validez:

"Se refiere a lo que es verdadero o lo que se acerca a la verdad, por lo general se considera que los resultaos de una investigación son válidos si está libre de errores" (Villasis et al,2018, p.415). Los instrumentos a utilizar serán designados a especialista o expertos para la validación que se encargara de revisar y aprobar los instrumentos a utilizar.

Confiabilidad:

"Son resultados de un estudio que se consideran confiables cuando la validez es alta, es decir cuando no hay errores" (Villasis et al,2018, p.416). En el DPI se busca la confiabilidad por medio de fichas o formatos para escribir los datos y ensayos que son garantía de ser más exacto para la obtención de resultado de laboratorio que genere el nivel de confianza.

3.5. Procedimiento

Se realizará las siguientes actividades para un proceso adecuado para la EDS con la adición de ceniza de eucalipto y elote que mencionare a continuación:

Paso 1 Ubicar el lugar de estudio.

Paso 2 Escoger el sitio donde se tomará la muestra.

Paso 3 Hacer la calicata de acuerdo a lo que te indique la norma CE.010

Paso 4 Recolección de las hojas de eucalipto y hoja de maíz.

Paso 5 Calcinar las hojas de eucalipto y maíz.

Paso 7 Llevar la muestra del suelo y la ceniza de eucalipto y maíz al laboratorio para los ensayos correspondientes.

Figura 14. Zona de estudio Cieneguilla.

Primeramente, el estudio se realizó en el distrito de Cieneguilla, luego se escogió el lugar de estudio donde se realizó la calicata, que es en la Av. Felipe de las Casa de la progresiva 0+00 a la progresiva 1+00.Se procedió hacer las calicatas conforme a la NTP de pavimentos urbanos la CE.010 del 3.2.2 pg. 4 donde menciona que las vías locales se tendrán que hacer cada 1800m2 y en el 3.2.12 de la pg. 5 se hará un CBR por cada 5 calicata o menos esto va a depender del tipo de vía ,se determinara por cada tipo de suelo un CBR, en nuestra investigación se realizara 4 calicata debido a nuestro lugar de estudio es 1 km.

Tabla 13. *Calicata para cada tipo de vía (3) como mínimo CE.010*

TIPO DE VIA	NUMERO DE INVESTIGACION	AREA m2
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	**1 cada**	**1800**

Fuente: Norma Técnica CE.010 de Pavimento Urbanos.

Tabla 14. *Determinación del CBR CE.010*

DETERNIAR	PUNTOS DE INVESTIGACION
1	CBR por cada 5 puntos de investigación o menos según lo indicado en la tabla anterior
1	CBR por cada tipo de suelo

Fuente: Norma Técnica CE.010 de Pavimento Urbanos.

Figura 15. Calicata 1 en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla del Km 0- Km1.

Figura 16. Calicata 2 en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla del Km 0- Km1.

Figura 17. Calicata 3 en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla del Km 0- Km1.

Figura 18. Calicata 4 en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla del km 0- Km1.

Una vez que hallamos culminado de hacer la calicata y de a ver recogido la muestra se procedió a la recopilación de hojas de eucalipto y maíz que se encuentra en la Av. Felipe de la casa dentro de una finca en el lotiz Cieneguilla LT 6-A.

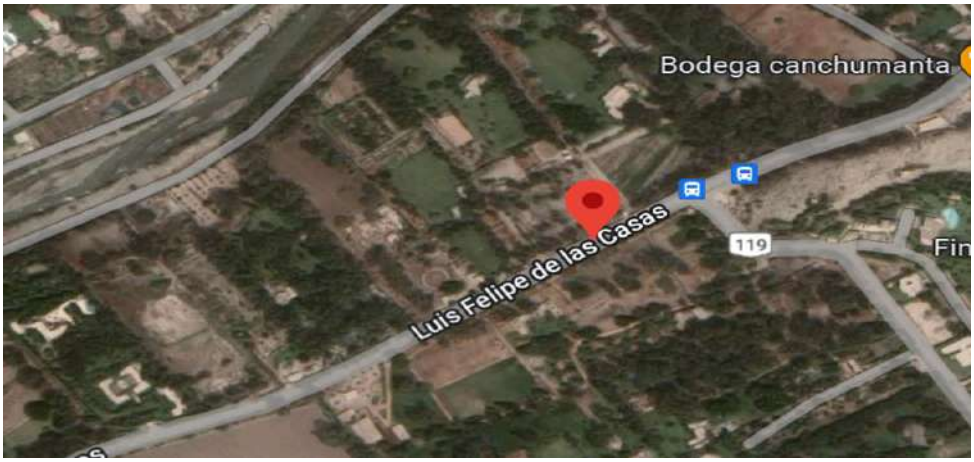


Figura 19. Zona de Recolección hoja eucalipto y maíz AV. Felipe de las Casas Km 3.

Figura 20. Recolección de las hojas de eucalipto.

Figura 21. Recolección de hojas de maíz.

A continuación, se procedió a colocar las hojas de eucalipto y maíz en los sacos para posteriormente pesar las hojas con impurezas con una balanza romana de 50 kg para determinar la cantidad de ceniza que nos va aquedar después de haber calcinado.

Figura 22. Pesando las hojas de eucalipto.

Figura 23. Pesando las hojas de maíz.

Seguidamente se procedió a lavar las hojas de eucalipto 2 veces en un lavadero de concreto para eliminar las impurezas no obstante se procedió hacer lo mismo con las hojas de maíz en este caso se lavó 1 una sola vez ya que contenía poca impureza.

Figura 24. Lavado de hojas de eucalipto.

Figura 25. Lavado de hojas maíz.

Una vez culminado el lavado de las hojas de eucalipto y maíz, se procedió a colocar en una tima para qué es curra el agua durante toda la noche posteriormente, se colocó una manta de saco hecha a mano de 3 metros de ancho por 3 metros de largo en el gras y encima se colocó las hojas de eucalipto por 2 días donde se tenía que voltear cada 3 horas para obtener un mejor secado ,lo mismo se realizó para las hojas de maíz no obstante para el secado de las hojas de maíz se dejó 3 días y se ,volteo cada 2 horas y después cada 4 horas para obtener un mejor secado

Figura 26. Secado de hojas eucalipto.

Figura 27. Sacado de hojas maíz.

Una vez ya terminado el proceso de secado, se dio inicio al proceso de calcinación de las hojas de eucalipto y maíz, donde se llevó al cilindro para poder calcinar. Primero se colocó las hojas de eucalipto en el cilindro y se utilizó un encendedor de cocina para prender las hojas a fin de no contaminar las hojas de eucalipto, del mismo modo se llevó las hojas de maíz al cilindro para calcinar en el cual se realizó otro proceso para poder quemar, para ello se colocó unos ladrillos en la parte inferior y luego se puso encima el cilindro con las hojas ,posteriormente se agregó leña más hoja de eucalipto por debajo del cilindro, donde se prendiendo con un encendedor a si generando calor en la parte de la base y posteriormente generando candela y así se pudo calcinar las hojas de maíz

Figura 28. Calcinación de hojas eucalipto.

Figura 29. Calcinación de hojas maíz.

Una vez ya realizado la calcinación de las hojas de eucalipto y maíz se procedió a dejar la ceniza por 2 días en el cilindro, para que se enfrié, se determinó que de 193 kg teda 15 kg de ceniza de eucalipto y de 180 kg de maíz se obtuvo 11kg de ceniza de maíz

Figura 30. Ceniza de hojas eucalipto.

Figura 31. Ceniza de hojas maíz.

Luego de haber culminado con los trabajos en campo se procedió a llevar la muestra extraída del suelo al laboratorio donde se procede hacer los ensayo correspondiente donde se realizó el AGT de acuerdo MTC E 107,NTP-339.128 luego se procedió a realizar el CH de acuerdo a la norma MTC E 108,NTP-339.127,seguidamente se procederá límites de Atterberg conforme a la norma MTC E 110-111,NTP-339.129, después se realizará la clasificación de suelo conforme indica la norma MTC de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013 en cuadro 4.9. Así mismo se realizará el Proctor Modificado para obtener la MDS y el OCH conforme nos indica norma MTC E 115, NTP-339.141y finalmente realizar el CBR para saber el % de resistencia del TN de acuerdo MTC E 132, NTP-339.

Figura 32. Calcinación de las hojas de eucalipto y maíz en la mufla a 800ºC.

Fluorescencia de rayos X:

Este ensayo se realizó en el laboratorio de Centro de Caracterización de materiales de la PUCP para poder determinar las propiedades químicas que tiene la ceniza de la hoja de eucalipto y maíz.

De acuerdo CAMPUCP el método de preparación de la muestra fue por perla fundida para ello se hiso el siguiente procedimiento:

> Primero se combinó los dos materiales brindados que viene hacer la ceniza del eucalipto y maíz en relación 1:1 por peso, luego fueron molidos manualmente hasta conseguir una mezcla homogénea seguidamente se seleccionó 5 g de material, el cual fue sometido a un proceso de secado a 100 °C por 12 horas, seguidamente hubo una pérdida de 0.13 g (2.6 wt%). Después del secado, la muestra se calcinó a 950 °C por 2 horas para eliminar componentes volátiles que podrían interferir con la formación de la perla. Como resultado de la calcinación, la muestra perdió 1.14 g (23.4 wt%) y cambió de color por último del material restante, se seleccionó 1 g de material, el cual fue mezclado con 11 g de fundente el cual usado fue una mezcla comercial de la marca SPEX de 66.67% $Li_2B_4O_7$, 32.83% $LiBO_2$ y 0.5% LiBr. Esta mezcla fue fundida a 1000 °C en un crisol de platino y formada en una perla de 4 cm de diámetro. Cabe mencionar que partir de la muestra suministrada, el análisis de fluorescencia de rayos X se realizó con el espectrómetro de rayos X dispersivo en longitud de onda (WDXRF) Bruker modelo S8 TIGER, con un ánodo de Rodio (Rh), corriente DC de 170 mA y voltaje de aceleración de 60 kV, colimadores con ángulo de apertura 0.23° y 0.46°, además de cristales analizadores: PET, LIF (200), LIF (220) y XS-55, y dos tipos de detectores: contador de centelleo y proporcional de flujo. Para la determinación de la composición química se utilizó el software QUANT EXPRESS, en modo “standardless”(2022,p.1)

Tabla 15. *Componente químico de la ceniza de la hoja de eucalipto y maíz*

Fórmula	Concentración (wt%)
SiO_2	29.7
CaO	17.2
K_2O	7.28
Al_2O_3	5.61
MgO	3.78
SO_3	3.18
Na_2O	2.85
Fe_2O_3	2.76
P_2O_5	2.39
Cl	1.12
TiO_2	0.362
MnO	0.154
ZnO	0.0647
SrO	0.0495
CuO	0.0237
PbO	0.0214
MoO_3	0.00888
NiO	0.00858
ZrO_2	0.00812

Fuente: Elaborado por el autor.

Seguidamente se procederá al suelo a tratar, que consiste en agregar la ceniza de eucalipto y maíz a la muestra, donde se realizará la compactación del suelo con la mezcla de las diferentes dosificaciones, de ceniza de eucalipto y elote en un (1%, 3% y 6%), con la finalidad de obtener los nuevos valores de IP, PMD y CBR para determinar si mejoro o no se conocerá a través de la norma de pavimento urbanos

Tabla 16. *Categoría de la Subrasante*

SUBRASANTE	CLASIFICACIO DE CBR %
Pobre	CBR ≤ 3%
Regular	8% < CBR <3%
Bueno	8%< CBR< 17%
Excelente	CBR > 17%

Fuente: NTP CE.010.

3.6. Método de análisis de datos

Para el estudio se realizó un procedimiento en donde se manipula a la VI que actuara sobre la VD.

Aplicando los ensayos respectivos para cada etapa como son el análisis granulométrico, límites de Atterberg, clasificación de suelos, Proctor modificado, CBR y la dosificación estos ensayos ya mencionados nos darán resultados donde vamos a ingresar en el Excel para así tener tablas y gráficos que representen los resultados.

3.7 Aspectos éticos

El presente DPI cumple con los estándares de originalidad y de autenticidad cumpliendo con ISO-690 citando la información extraída de los diferentes autores y detallando las referencias bibliográficas además este este informe quedara como antecedente para futuras investigaciones relacionado a este tema.

IV. RESULTADOS

1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:

"Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022"

Ubicación Política:

La zona de estudio de esta investigación se ubica en:

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Cieneguilla

Figura 33. Ubicación Política de Cieneguilla.

Limites

El distrito de Cienaguilla, perteneciente a la provincia de lima y departamento de lima

Por el Norte : Con los distritos de Ate y Chaclacayo

Por el Sur y Oeste: Con el distrito de Pachacamac

Por el Este : Con los distritos de Antioquia y Santiago de Tuna

Ubicación Geográfica:

El distrito de Cieneguilla presenta una “Latitud: 12° 7′ 14″ Sur y tiene una Longitud: 76° 48′ 52″ Oeste. Se encuentra ubicado, a una altitud de 300 m.s.n.m además contiene un área de 240,33 km^2y una población de 47.080 habitantes” (Mantilla, Paliza, Pacora y Pinto,2013, p.1)

Clima

En Cieneguilla, en el tiempo de “verano suele ser calurosos, templado y nublados, además cuando llega los inviernos son largos, frescos, y despejados. La temperatura generalmente en el transcurso del año varía entre los 14ºC y los 26º C” (Benites y Espesua,2016, p.194) en ocasiones puede bajar a menos de 13ºC y puede subir a más de 29º C.

Ubicación de las Calicatas

Se escogió la Av. Felipe de las Casas para realizar 4 calicatas de acuerdo a la norma NTP C-010 PU con la finalidad de tener la representatividad del suelo de la subrasante. Las dimensiones de la calicata “son de 1m de ancho por 1m largo y un 1.50 de profundidad cumpliendo con lo que indica la norma de pavimentos urbanos” (NTP,2010, p.5)

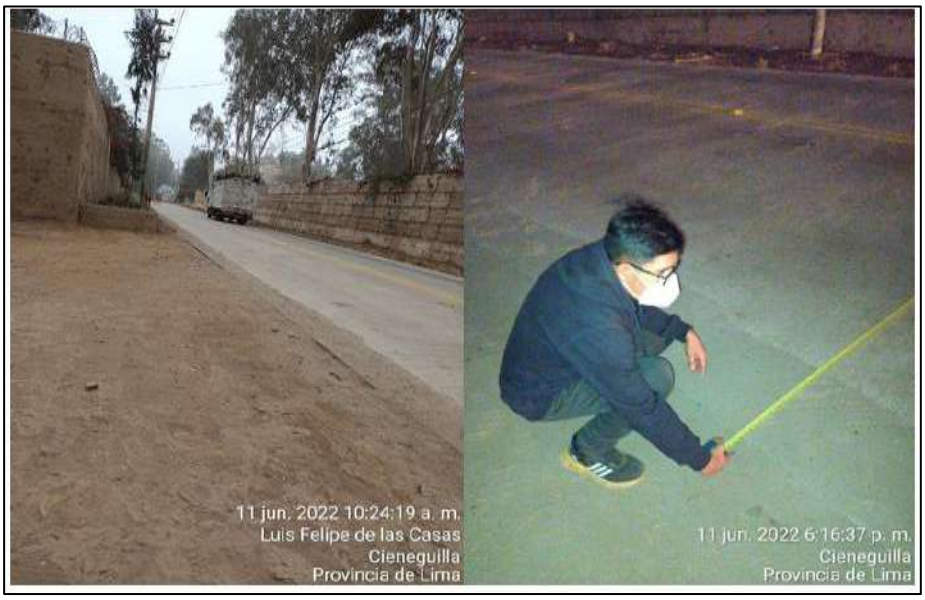


Figura 34. Ubicación de las 4 calicatas en la Av. Felipe de las Casas

Recolección de las hojas de eucalipto y maíz

Para la obtención de las hojas se recolecto en la finca LT 5-A. y LT 6-A de Cieneguilla que se encuentra en la Av. Felipe de las Casas

Figura 35. Recolección de hojas de eucalipto y maíz en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla

Luego de la recolección de la muestra del suelo de las distintas calicatas se procedió a llevar al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes junto con la ceniza de las hojas obtenidas.

TRABAJO EN LABORATORIO PARA LA MUESTRA

En esta investigación se realizaron los ensayos de Granulometría, Contenido de Humedad, Clasificación de Suelos, Limites de Consistencia, Proctor Modificado y CBR para C-01, C-02, C-03 y C-04 de suelo natural. Posteriormente, se realizó los mismos ensayos con la adición de 1%, 3% y 6% de ceniza de hojas de eucalipto y maíz con el fin de poder determinar cuáles de estas dosificaciones es la más aceptable. Todo lo descrito anteriormente se llevó acabo en el laboratorio Geotecnia e Ingeniería SAC GEO-SUR cabe mencionar que la muestra extraída fue de la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla.

Objetivo Especifico 1: Determinar cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022

En esta parte de nuestra investigación, se encuentra los ensayos de granulometría, contenido de humedad, clasificación de SUCS y AASTHO, limite líquido, limite plástico y índice de plasticidad que se realizó para las 4 calicatas, además se hicieron los mismos ensayos incluyendo la dosificación de ceniza de eucalipto y maíz

Análisis Granulométrico por Tamizado

De acuerdo a la NTP 339.128 / MTC E 107 se realizó este ensayo a las 4 calicatas para determinar y conocer los" tamaños de partículas que pasan por los diferentes tamices (Nº de malla con diferentes aberturas)" (MTC,2013. p.36)

Con respecto a la calicata 1, se presentan los siguientes resultados que se obtuvieron del laboratorio Geotecnia e Ingeniería SAC GEO-SUR

Figura 36. Cuarteo de muestra C-01

Figura 37. Granulometría C-01

Tabla 17. *Análisis granulométrico de C-01 de la muestra patrón*

Nº MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3”	76.200				
2 ½”	63.500				
2”	50.800				
1 ½”	38.100				
1	25.400				
3/4”	19.050				
½”	12.700				
3/8”	9.525				100.0
¼”	6.350	136.9	1.6	1.6	98.4
Nº 4	4.760	305.7	3.6	5.2	94.8
Nº 8	2.380	62.2	8.6	13.8	86.2
Nº 10	2.000	25.0	3.5	17.3	82.7
Nº 20	0.840	44.3	6.2	23.5	76.5
Nº 40	0.426	57.0	7.9	31.4	68.6
Nº 50	0.297	21.8	3.0	34.4	65.6
Nº 80	0.177	68.7	9.6	44.0	56.0
Nº 100	0.149	64.7	9.0	53.0	47.0
Nº 200	0.074	104.4	14.5	67.5	32.5
<Nº 200	-	233.6	32.5	100.0	-

Fuente: Elaboración propia del autor

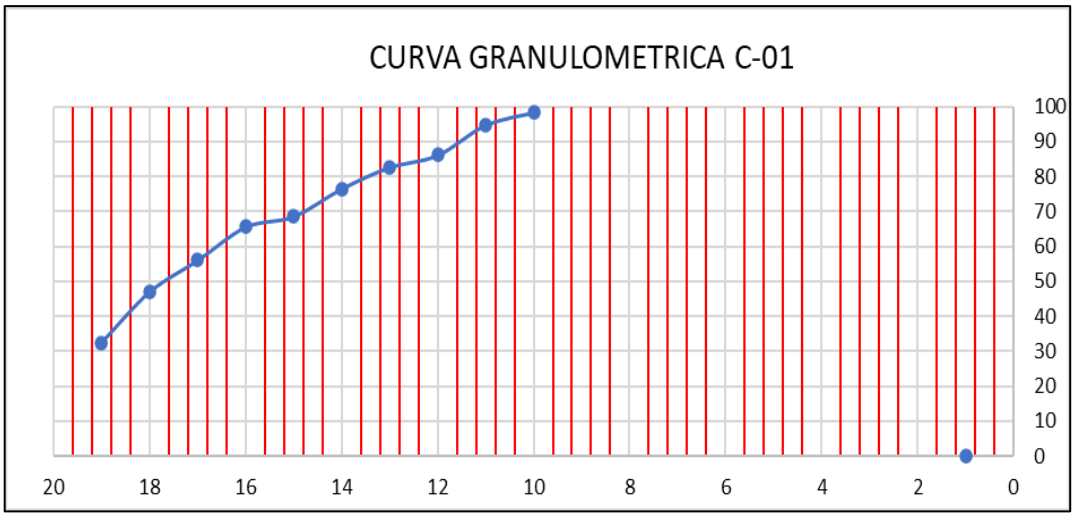


Figura 38. Curva granulométrica de la calicata Nº-1.

Interpretación**:** En la figura 38 se puede observar que existe una diferencia de % dada por la curva granulométrica correspondiente al suelo patrón (C-01).

Tabla 18. *Composición granulométrica de la muestra patrón.*

CALICATA	% GRAVA	% ARENA	% FINOS
C-01	5.2	62.3	32.5

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla Nº 18, se observa, en la C-01, presenta % de partículas de gravas siendo 5.2%, seguido de las arenas con un valor 62.3 % y por ultimo los finos que tiene un valor de 32.5%. Cabe mencionar que en la C-01 estamos frente a un material dominante por las arenas.

Con respecto a la calicata Nº 2, se presentan los siguientes resultados que se obtuvieron del laboratorio Geotecnia e Ingeniería SAC GEO-SUR.

Tabla 19. *Análisis granulométrico de C-02 del suelo natural*.

Nº MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3”	76.200				
2 ½”	63.500				
2”	50.800				
1 ½”	38.100				
1	25.400				

3/4”	19.050				
½”	12.700				100
3/8”	9.525	128.1	1.2	1.2	98.8
¼”	6.350	413.9	3.9	5.1	94.9
Nº 4	4.760	159.0	1.5	6.6	93.4
Nº 8	2.380	38.3	5.8	12.4	87.6
Nº 10	2.000	18.0	2.7	15.1	84.9
Nº 20	0.840	47.0	7.1	22.2	77.8
Nº 40	0.426	54.5	8.2	30.4	69.6
Nº 50	0.297	15.0	2.3	32.7	67.3
Nº 80	0.177	55.6	8.4	41.1	58.9
Nº 100	0.149	88.2	13.3	54.4	45.6
Nº 200	0.074	108.7	16.4	70.8	29.2
< Nº 200	-	193.9	29.2	100.0	-

Fuente: Elaboración propia del autor.

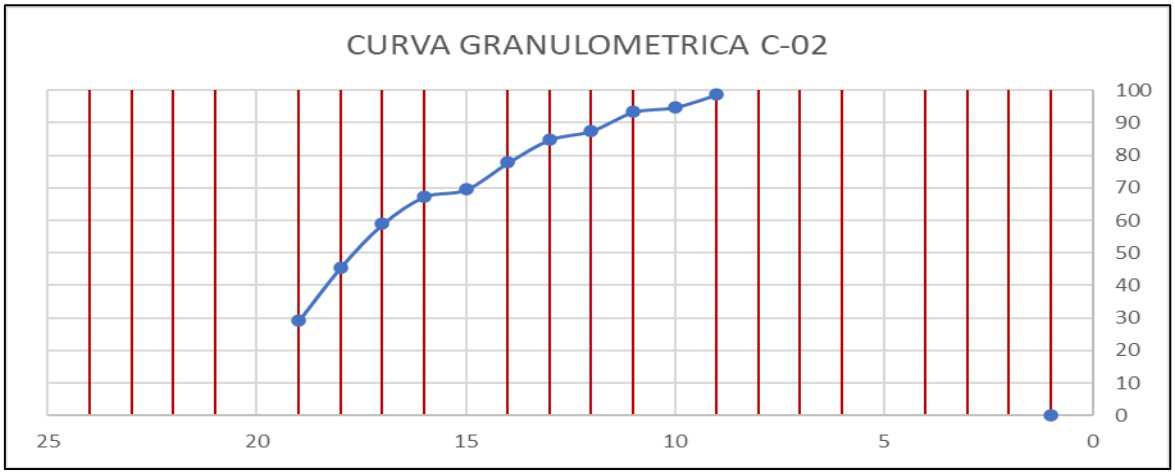


Figura 39. Curva granulométrica de la calicata Nº-2.

Interpretación: En la figura 39 se puede observar que existe una diferencia de % dada por la curva granulométrica correspondiente al suelo patrón (C-02).

Tabla 20. *Composición granulométrica del suelo natural.*

CALICATA	%GRAVA	%ARENA	%FINOS
C-02	6.6	64.2	29.2

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla Nº20, se observa que la C-02, presenta % de partículas de gravas siendo 6.6%, seguido de las arenas con un valor 64.2 % y por ultimo los finos que tiene un valor de 29.5%. Cabe mencionar que en la C-02 estamos frente a un material dominante por las arenas.

Con respecto a la calicata 3, se presentan los siguientes resultados que se obtuvieron del laboratorio Geotecnia e Ingeniería SAC GEO-SUR.

Tabla 21. *Análisis granulométrico de C-03 del suelo natural*

Nº MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3”	76.200				
2 ½”	63.500				
2”	50.800				
1 ½”	38.100				
1	25.400				
3/4”	19.050				100.0
½”	12.700	847.5	5.3	5.3	94.7
3/8”	9.525	1006.3	6.3	11.6	88.4
¼”	6.350	1165.4	7.3	18.9	81.1
Nº 4	4.760	621.9	3.9	22.8	77.2
Nº 8	2.380	109.5	12.2	35.0	65.0
Nº 10	2.000	59.1	6.6	41.6	58.4
Nº 20	0.840	119.1	13.2	54.8	45.2
Nº 40	0.426	99.9	11.1	65.9	34.1

Nº 50	0.297	36.5	4.1	70.0	30.0
Nº 80	0.177	54.0	6.0	76.0	24.0
Nº 100	0.149	63.1	7.0	83.0	17.0
Nº 200	0.074	119.1	13.2	96.2	3.8
< Nº 200	-	34.0	3.8	100.0	-

Fuente: Elaboración propia del autor

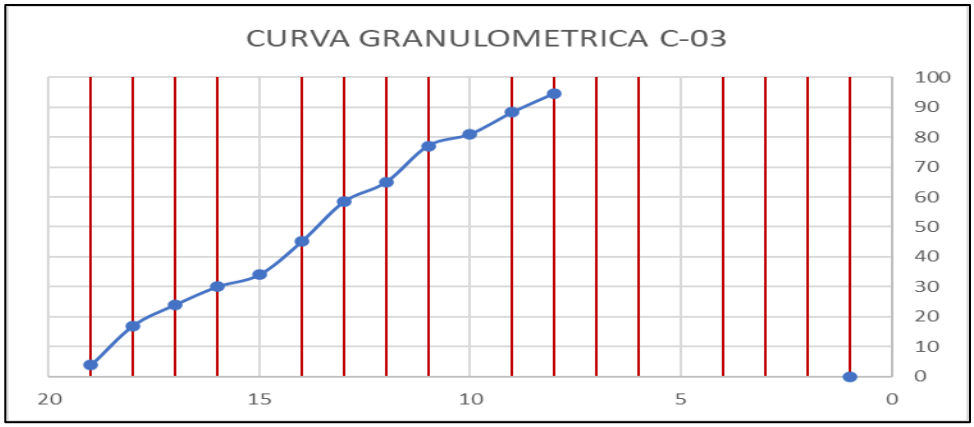


Figura 40. Curva granulométrica de la calicata Nº-3

Interpretación: En la figura 40 se puede observar que existe una diferencia de % dada por la curva granulométrica correspondiente al suelo patrón (C-3).

Tabla 22. *Composición granulométrica del suelo natural.*

CALICATA	%GRAVA	%ARENA	%FINOS
C-03	22.8	73.4	3.8

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla Nº22 se observa que en la C-03, presenta % de partículas de gravas siendo 22.8%, seguido de las arenas con un valor 73.4 % y por ultimo los finos que tiene un valor de 3.8%. Cabe mencionar que en la C-03 estamos frente a un material dominante por las arenas.

Con respecto a la calicata 4, se presentan los siguientes resultados que se obtuvieron del laboratorio Geotecnia e Ingeniería SAC GEO-SUR.

Tabla 23. *Análisis granulométrico de C-04 del suelo natural*.

Nº MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3”	76.200				
2 ½”	63.500				
2”	50.800				
1 ½”	38.100				
1	25.400				
3/4”	19.050				
½”	12.700				
3/8”	9.525				100.0
¼”	6.350	584.3	4.5	4.5	95.5
Nº 4	4.760	270.7	2.1	6.6	93.4
Nº 8	2.380	47.4	6.3	12.9	87.1
Nº 10	2.000	21.2	2.8	15.7	84.3
Nº 20	0.840	39.8	5.3	21.0	79.0
Nº 40	0.426	94.1	12.5	33.5	66.5
Nº 50	0.297	29.3	3.9	37.4	62.6
Nº 80	0.177	99.9	13.3	50.7	49.3
Nº 100	0.149	70.0	9.3	60.0	40.0
Nº 200	0.074	86.4	11.5	71.5	28.5
< Nº 200	-	214.1	28.5	100.0	-

Fuente: Elaboración propia del autor.

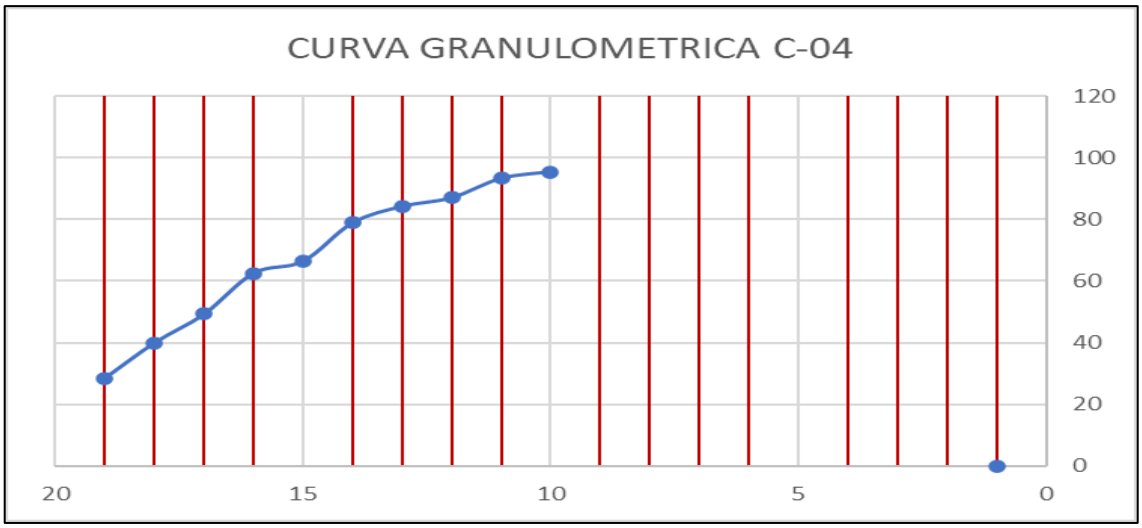


Figura 41. Curva granulométrica de la calicata Nº-4.

Interpretación: En la figura 41 se puede observar que existe una diferencia de % dada por la curva granulométrica correspondiente al suelo patrón (C-04).

Tabla 24. *Composición granulométrica del suelo natural.*

CALICATA	%GRAVA	%ARENA	%FINOS
C-04	6.6	64.9	28.5

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla Nº24, se observa que la C-04 presenta % de partículas de gravas siendo 6.6%, seguido de las arenas con un valor 64.9% y por ultimo los finos que tiene un valor de 28.5%. Cabe mencionar que en la C-04 estamos frente a un material dominante por las arenas.

Contenido de Humedad

En relación con el CH, tenemos los siguientes % de las 4 calicatas que muestra el suelo natural, extraído de la Av. Felipe de las casas, que a continuación se describe los resultados obtenidos.

Tabla 25. *Resultado, de humedad de la muestra patrón de C-01, C02, C0-3 y C-04*

Descripción	Resultados de CH			
	C-01	C-02	C-03	C-04
Contenido de humedad (%)	7.3	5.3	2.1	8.1

Fuente: Elaboración del autor

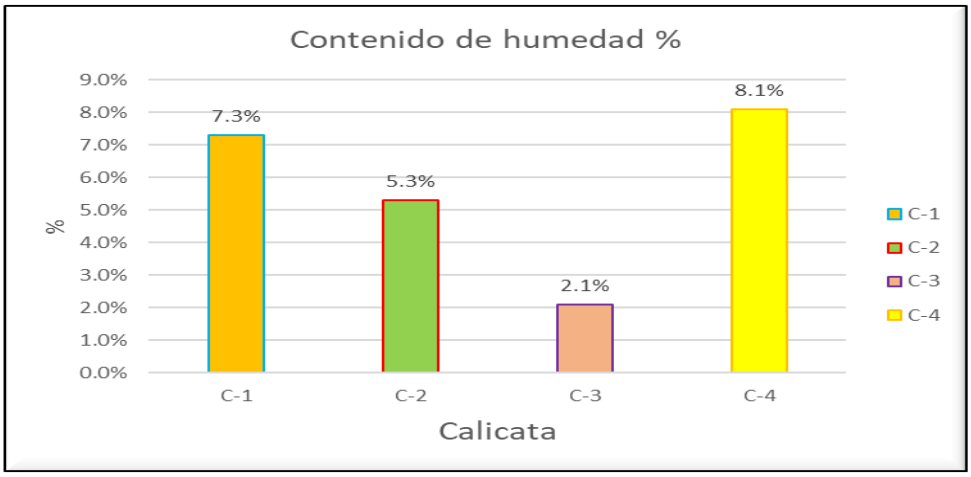


Figura 42. Grafica del CH de C-01, C-02, C-03 y 04 (SN)

Interpretación: De la tabla Nº25 y de la figura Nº42, el CH, de C-01, C-02, C-03 y C-04 del suelo natural son:(7.3%,5.3%,2.1% y 8.1%) respectivamente.

El CH nos informa a cerca de la cantidad de agua que presenta el suelo para poder realizar la compactación.

Clasificación de los suelos de las 4 calicatas según ASSHTO y SUCS

La clasificación de suelos nos permite determinar si en la zona de estudio tiene los mismos estratos o son diferentes.

Tabla 26. Resultado de la *Clasificación de suelo por SUCS y ASSHTO de la C-01, C-02, C-03 y C-04*

CALICATA		C-01	C-02	C-03	C-04
Dimensiones	L	1	1	1	1
	A	1	1	1	1
	P	1.50	1.50	1.50	1.50
Muestra (%)		M-1	M-2	M-3	M-4
Grava (%)		5.2	6.6	22.8	6.6
Arena (%)		62.3	64.2	73.4	64.9
Finos (%)		32.5	29.2	3.8	28.5
Clasificación SUCS		SM	SM	SP	SM
Clasificación ASSTHO		A-2-4	A-2-4	A-1-b	A-2-4

Fuente: Elaboración del autor

Interpretación: De acuerdo con la tabla Nº26, la clasificación de suelo por el método SUCS y AASHTO, nos menciona que las calicatas Nº1, Nº2 y Nº4 presentan las mismas características, siendo un suelo arena limosa y que la calicata Nº3 presenta otro tipo de características, siendo un suelo arena pobremente graduada.

Límite de consistencia

De la muestra de las 4 calicatas se pudo determinar los límites, líquido y plástico a si obteniendo como resultado el índice de plasticidad

Figura 43. Limite liquido de la C-01

Figura 44. Limite plástico de la calicata C-01

Tabla 27 *Resultados, del Límite de consistencia de la C-01, C-02, C-03 y C-04 del (SN)*

DESCRIPCION	C-01	C-02	C-03	C-04
Limite Liquido (%)	19.4	18.3	NP	19.5
Limite Plástico (%)	NP	NP	NP	NP
Índice de plasticidad (%)	NP	NP	NP	NP

Fuente: Elaborado por el autor

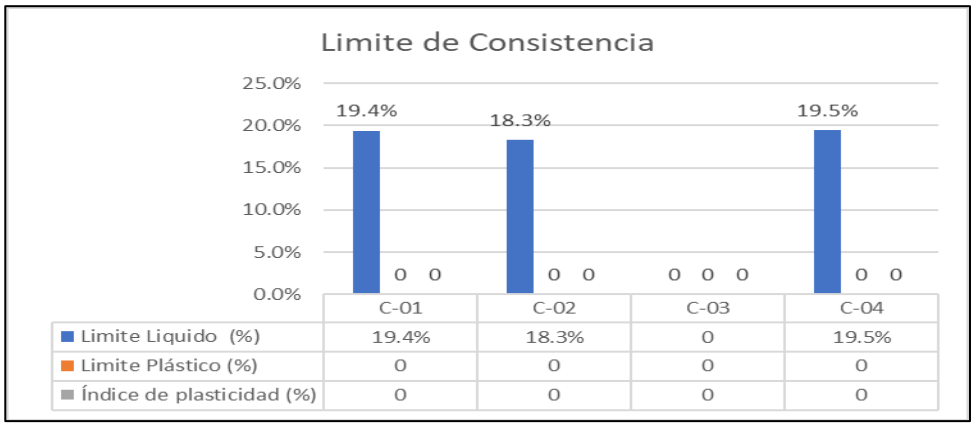


Figura 45. Gráfico del límite de consistencia del (SN)

Interpretación: De acuerdo a la tabla Nº 27 y la figura Nº 45, las muestras de las calicatas Nº1,Nº2,Nº3,Nº4, presentan un LL de 19.4%,18.3%,0%,19.5% y un LP de 0% presentan un IP de 0% correlativamente. Se da como conclusión que las muestras tomadas de las 4 calicatas no presentan los límites de consistencia

Posteriormente, se realizó la Incorporación de la ceniza a la muestra, obtenida de la calicata del suelo, para la obtención de un nuevo resultado, concerniente al límite de consistencia

Figura 46. Limite liquido con adición 1.0% C-03

Figura 47. Limite liquido con adición 1.0%C-4

Tabla 28. *Resultado del Límite de Consistencia del suelo natural con adición de CHE y M para la C-03 y C-04*

LÍMITE DE CONSISTENCIA+ADICION DE CENIZA EN DIFERENTES %				
MEZCLAS		LL(%)	LP(%)	IP(%)
C-03	Suelo natural	NP	NP	NP
	Suelo natural+1% de CHE y CHM	NP	NP	NP
	Suelo natural+3% de CHE y CHM	NP	NP	NP
	Suelo natural+6% de CHE y CHM	NP	NP	NP
C-04	Suelo natural	19.5%	NP	NP
	Suelo natural+1% de CHE y CHM	NP	NP	NP
	Suelo natural+3% de CHE y CHM	NP	NP	NP
	Suelo natural+6% de CHE y CHM	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

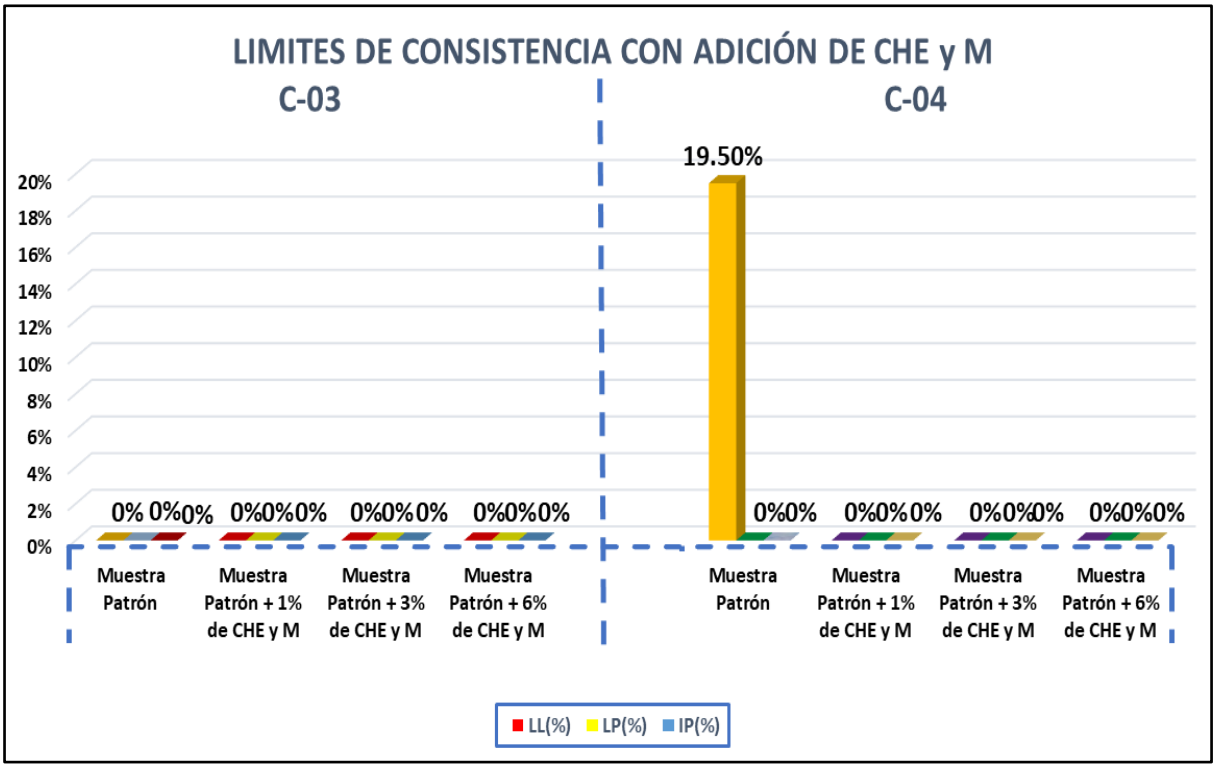


Figura 48. Límite de consistencia con adición de CHE y M (C-03 y C-04)

Interpretación: De la figura Nº48, de la muestra patrón de C-03 y C-04, con respecto al LL, son:(0% y 19.5%,), y para el LP y IP, fue: 0% y al adicionar 1%,3% y 6% de CHE y M, resulta 0% , incrementando en 0% correlativamente.

Interpretación final: Se concluye para C-01, C-02, C-03 y C-04, de la muestra patrón que no presenta los LC. Además, cabe mencionar que al adicionar la CHE y M en C-03 y C-04, los resultados fueron de 0% dando como conclusión un suelo no plástico exentos de arcilla.

Objetivo Especifico 2: Determinar cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022.

Ensayo de Proctor modificado:

Nos permite determinar el OCH y MDS que con tiene la muestra del suelo patrón, para las calicatas 1-2 y 4 se usó el método (A) porque menos del 20 % del material quedo retenido en el tamiz Nº4 y para la calicata Nº3 se usó el método B por que más del 20% de material quedo retenido en el tamiz Nº4 y menos del 20% quedo en el tamiz 3/8 de acuerdo a la MTC E 115 y NTP 339.141 de pavimentos urbanos

Figura 49. Ensayo de Proctor Modificado C-01

Tabla 29. *Resultado del OCH y MDS de C-01, C-02, C-03 y C-04 del (SN)*

Muestra	Identificación	OCH%	MDS (gr/cm3)
C-01	Suelo Natural	11.3	1.935
C-02	Suelo Natural	12.0	1.905
C-03	Suelo Natural	8.0	2.040
C-04	Suelo Natural	12.7	1.887

Fuente: Elaboración propia

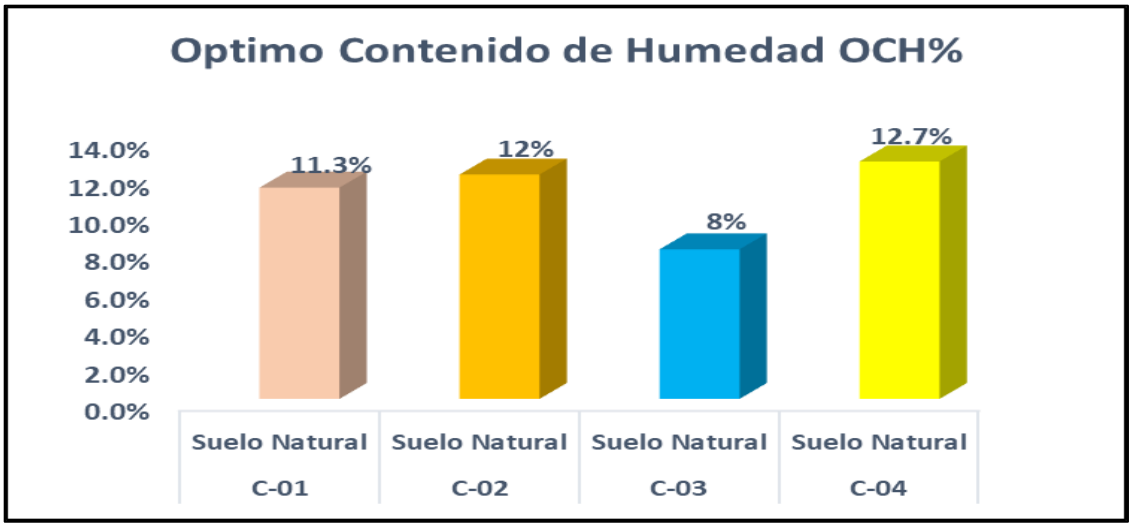


Figura 50. Gráfico del Optimo contenido de humedad del (SN)

Interpretación: En la figura Nº50, los resultados del OCH del suelo natural: C-01, C-02, C-03 y C-04 fue: 11.3%,12%,8% y 12.7% respectivamente.

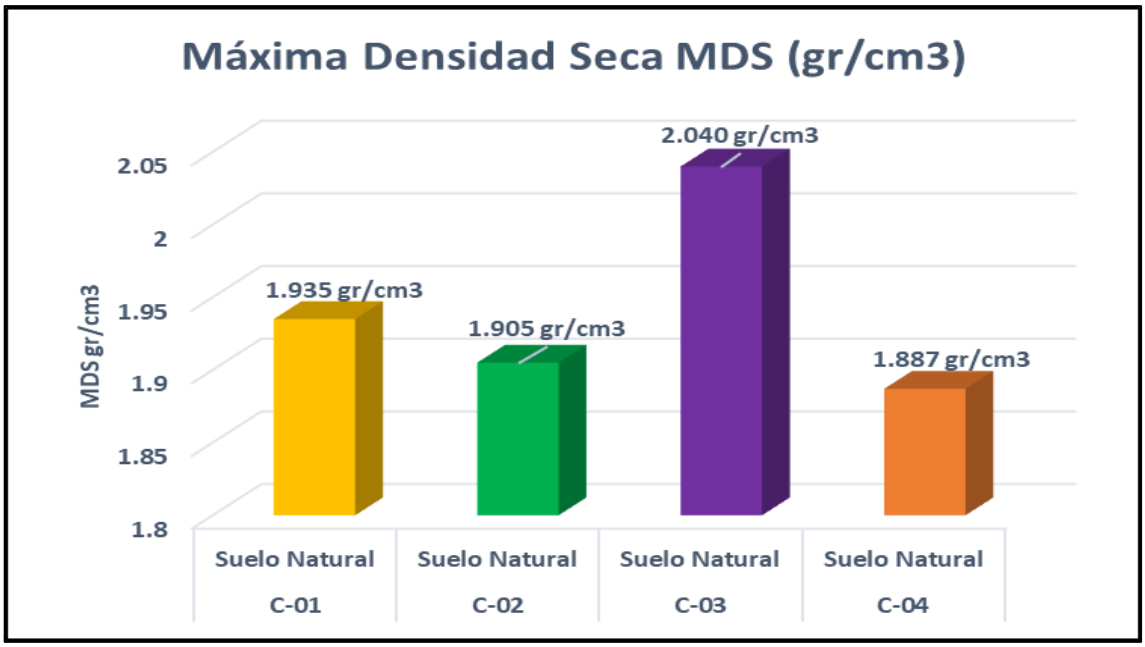


Figura 51. Gráfico de la Máxima densidad seca del (SN)

Interpretación: En la figura Nº51, los resultados de la MDS del suelo natural: C-01, C-02, C-03 y C-04, son los siguientes: 1.935 gr/cm3, 1.905 gr/cm3, 2.040 gr/cm3 y 1.887 gr/cm3, correlativamente.

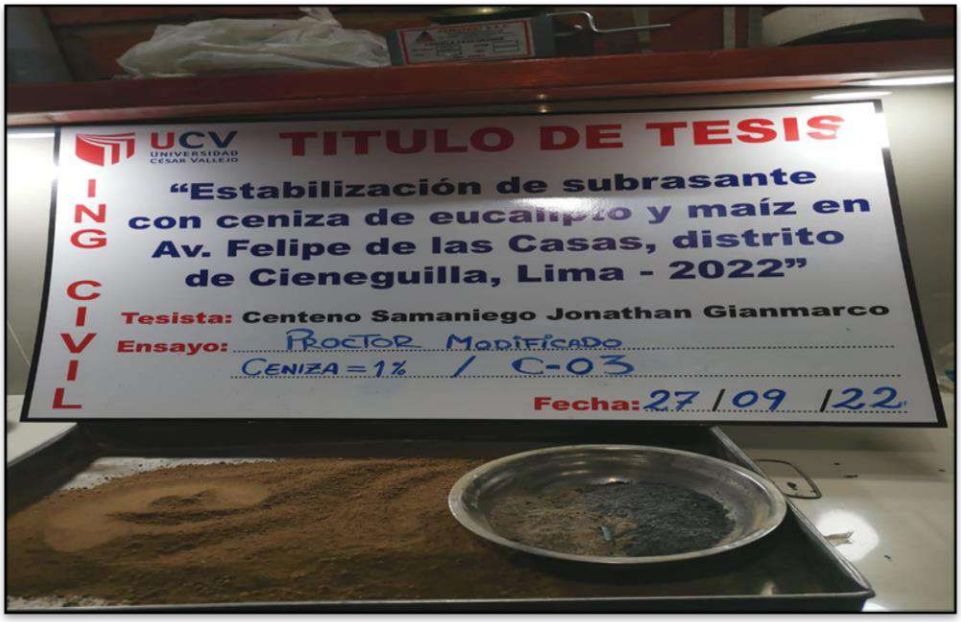


Figura 52. Proctor Modificado con adición de CHE y M (C-03)

Tabla 30. *Resultado del OCH y MDS de C-03 y C-04 con adición de 1%,3% y 6% de CHE y CHM*

Muestra	Identificación	OCH (%)	MDS (gr/cm3)
C-03	Muestra patrón	8.0	2.040
	Muestra patrón +1% CHE y M	7.6	1.986
	Muestra patrón +3% CHE y M	9.0	1.900
	Muestra patrón +6% CHE y M	9.7	1.846
C-04	Muestra patrón	12.7	1.887
	Muestra patrón +1% CHE y M	12.3	1.806
	Muestra patrón +3% CHE y M	13.6	1.753
	Muestra patrón +6% CHE y M	14.3	1.708

Fuente: Elaboración propia

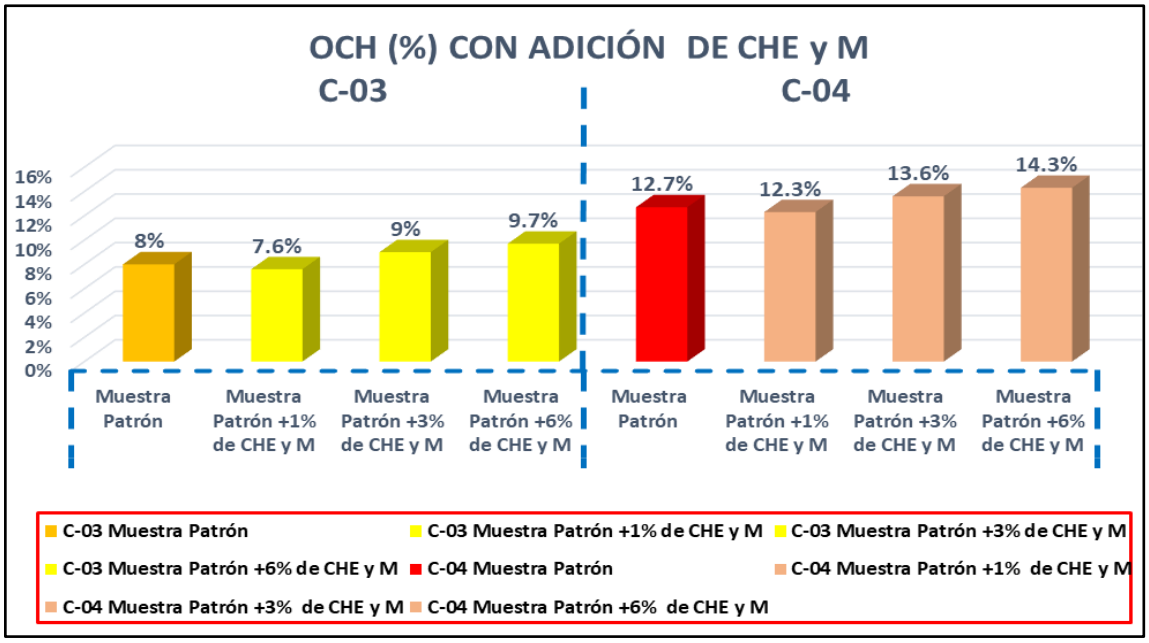


Figura 53. Optimo Contenido de Humedad con adición (CHE y M) C-03 y C-04

Interpretación: De la figura Nº53, se puede conocer los resultados de C-03 y C-04, respecto OCH de la muestra patrón fue:(8% y 12.7%), y al adicionar 1%,3% y 6% CHE y M se obtuvo:(7.6%,9%, 9.7% y 12.3%,13.6%,14.3%). Evidenciando una disminución con respecto a la muestra patrón en:(0.4%) al 1% y un incremento en ;(1%,1.7% y 0.9%,1.6%) al 3% y 6%, correlativamente.

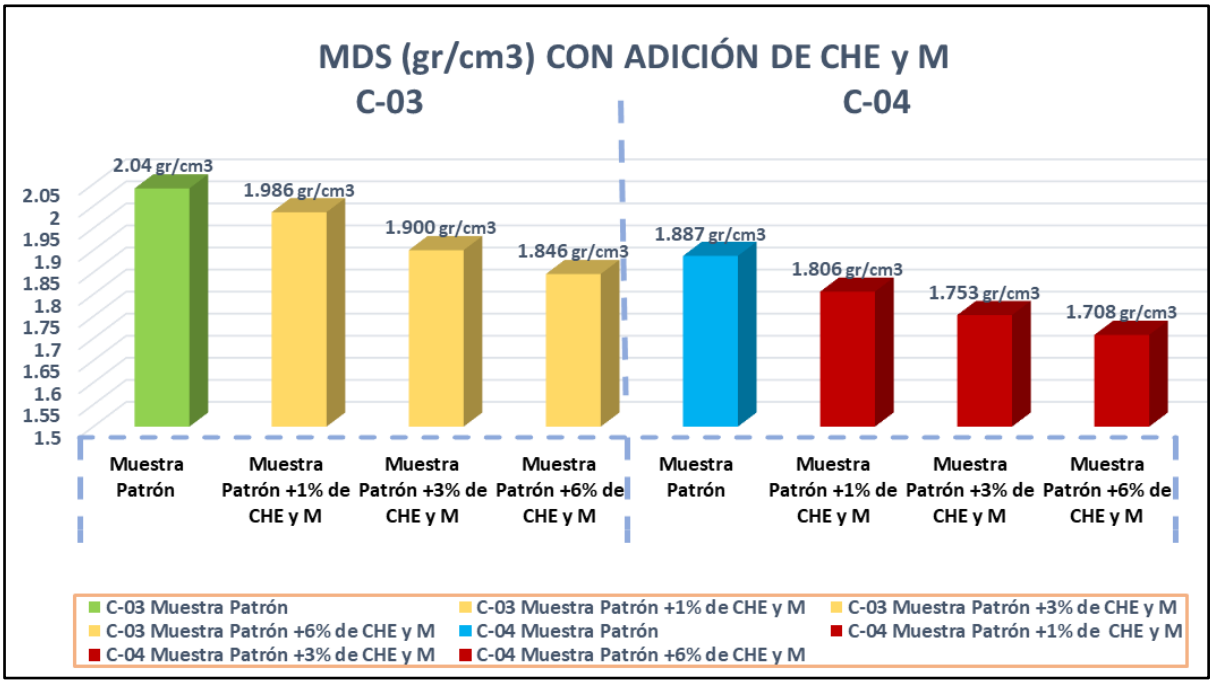


Figura 54. Máxima Densidad Seca con adición (CHE y M) C-03 y C-04

Interpretación: De la figura Nº54 se puede conocer los resultados de C-03 y C-04 respecto a la MDS de la muestra patrón fue:(2.04 gr/cm3 y 1.887 gr/cm3), y al adicionar 1%,3% y 6% CHE y M se obtuvo:(1.986 gr/cm3,1.900 gr/cm3 ,1.846 gr/cm3 y 1.806 gr/cm3,1.753 gr/cm3 ,1.708 gr/cm3). Evidenciando una disminución con respecto a la muestra patrón en:(0.054gr/cm3,0.14gr/cm3,0.194 gr/cm3 y 0.081gr/cm3,0.134 gr/cm3,0.179 gr/cm3) al 1%,3% y6%, correlativamente.

Ensayo de CBR

El CBR nos permite determinar la resistencia del suelo, en nuestro estudio son 4 calicatas así que tendremos diferentes tipos de resistencia con respecto al suelo natural

Figura 55. Ensayo de CBR de la muestra patrón C-01

Tabla 31. *Resultado del CBR al 95% y 100% correspondiente (MP) de C-01.C-02, C03 y C-04*

Muestra	Estado de muestra	CBR 95 %	CBR 100 %
C-01	Muestra patrón	17.6%	22.4%
C-02	Muestra patrón	14.9%	19.2%
C-03	Muestra patrón	23.6%	30.9%
C-04	Muestra patrón	14.5%	20.3%

Fuente: Elaboración del autor

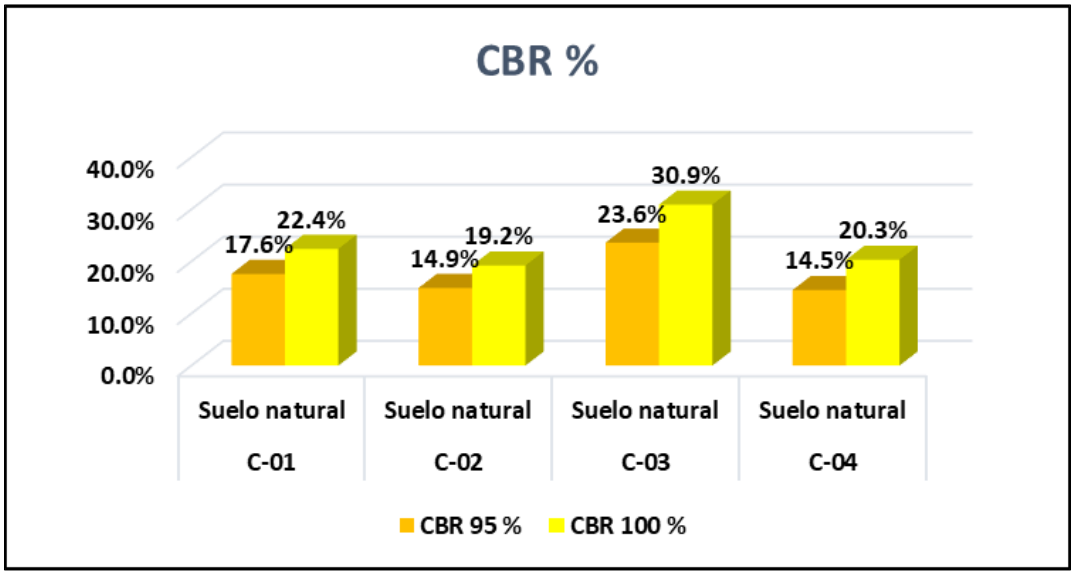


Figura 56. CBR al 95% y al 100% correspondiente a las muestras patrón

Interpretación: Concerniente a la figura Nº 56 los resultados obtenidos de CBR al 95% y 100 % de la MDS a 0,1" de penetración. del suelo natural: C-01, C-02, C-03 y C-04 son:(17.6%,14.9%,23.6%,14.5% y 22.4%,19.2%,30.9%,20.3%) correlativamente. Cabe recalcar que en todas las muestras de las calicatas presento una expansión de 0%.

Tabla 32. *Resultados, de CBR al 95 y 100 % de C-03 y C-04 con adición CHE y CHM*

Muestra	Estado de la muestra	CBR 95% MDS	CBR 100% MDS
C-03	Suelo Natural	23.6	30.9
	Suelo Natural +1% CHE y M	29.8	35.8
	Suelo Natural +3% CHE y M	32.9	39.5
	Suelo Natural +6% CHE y M	39.4	46.1
C-04	Suelo Natural	14.5	20.3
	Suelo Natural +1% CHE y M	21.1	25.8
	Suelo Natural +3% CHE y M	23.9	29.1
	Suelo Natural +6% CHE y M	32.0	36.8

Fuente: Elaboración propia

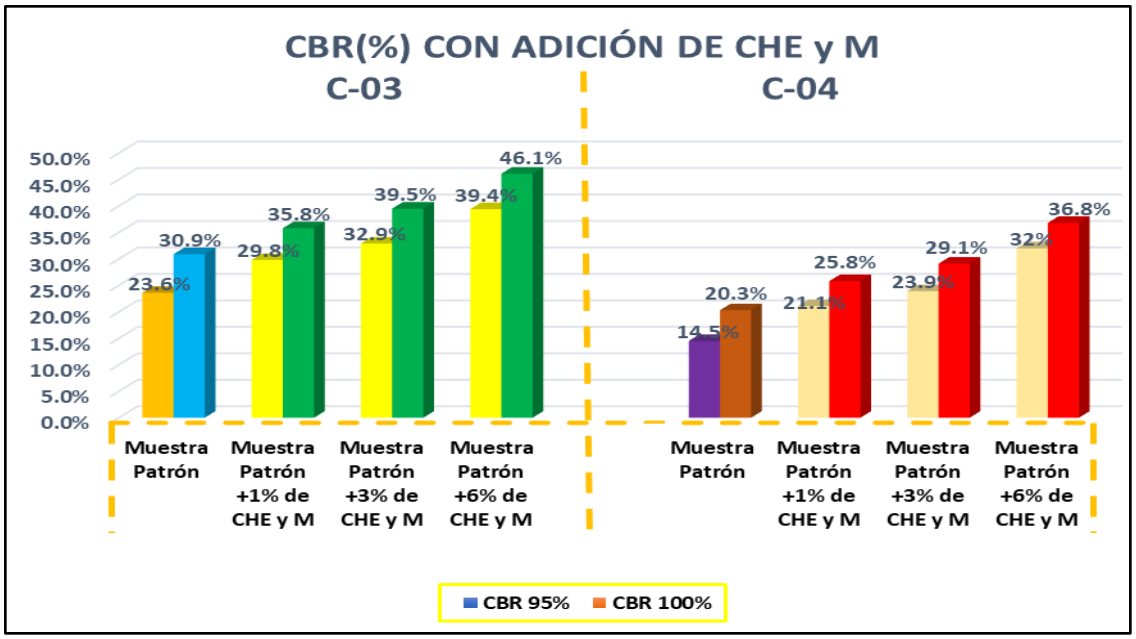


Figura 57. CBR al 95% y al 100% con adición de CHE y M (C-03 y C-04)

Interpretación: Se observa en la figura Nº 57, los resultados C-03 y C-04, respecto al CBR, al 95% y 100% de MDS de 0.1 de penetración de la muestra patrón fue: (23.6%,30.9%, y 14.5%, 20.3%),al adicionar CHE y M en 1%,3% y 6% fue:(29.8%,32.9%,39.4% y 35.8%,39.5%,46.1%) y (21.1%,23.9%,32.0% y 25.8%,29.1%,36.8%).Evidenciando un crecimiento en:(6.2%,9.3%,15.8% y 4.9%,8.6%,15.2%) y (6.6%,9.4%,17% y 5.5%,8.8%,16.5%) al 1%,3% y 6% correlativamente.

Interpretación final: De acuerdo a los resultados obtenidos de la C-03 y C-04 del OCH con adición de CHE y M, presenta un crecimiento en los % de 3% y 6% mientras que en el 1% disminuye. La MDS con la adición de CHE y M no presenta un incremento al adicionar 1%,3% y 6%. Para el CBR con adición de CHE y M, presenta un incremento considerable al adicionar en 1%,3% y 6% respectivamente.

Objetivo específico 3: Determinar cómo influye la dosificación de la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022

Tabla 33. *Influencia de la dosificación de CHE y M a la MP en 1%,3% y 6%*

Nº Calicata	Muestra	IP %	OCH %	MDS gr/cm3	CBR 95 %	CBR 100 %
C-3	Muestra Patrón	NP	8.0	2.040	23.6	30.9
	Muestra Patrón +1% de CHE y M	NP	7.6	1.986	29.8	35.8
	Muestra Patrón +3% de CHE y M	NP	9.0	1.900	32.9	39.5
	Muestra Patrón +6% de CHE y M	NP	9.7	1.846	39.4	46.1
C-4	Muestra Patrón	NP	12.7	1.887	14.5	20.3
	Muestra Patrón +1% de CHE y M	NP	12.3	1.806	21.1	25.8
	Muestra Patrón +3% de CHE y M	NP	13.6	1.753	23.9	29.1
	Muestra Patrón +6% de CHE y M	NP	14.3	1.708	32.0	36.8

Fuente: Elaboración propia

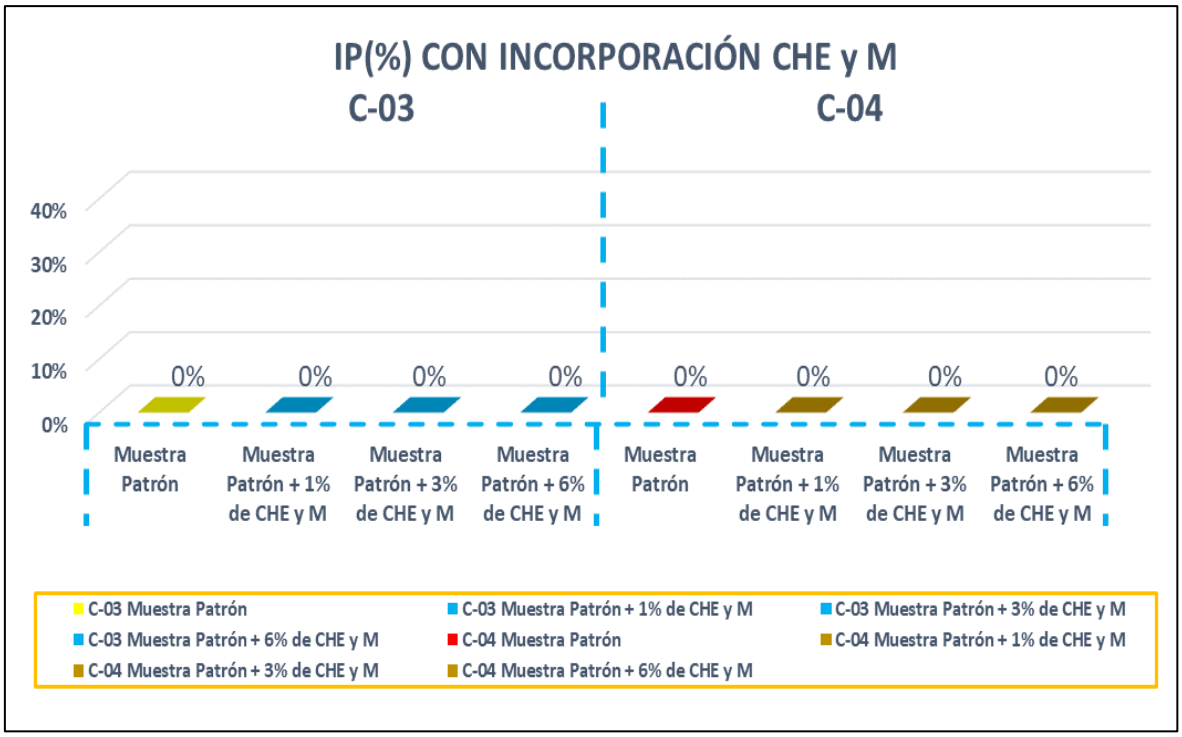


Figura 58. IP con incorporación de CHE y M en la C-03 y C-04

Interpretación: Concerniente a la figura Nº58 del IP, de la C-03 y C-04 se puede observar que los resultados fueron de 0%, y al adicionar los porcentajes de 1% 3% y 6% dan como resultado 0% respectivamente, evidenciando que es un IP=0 considerado un suelo no plástico exentos de arcilla.

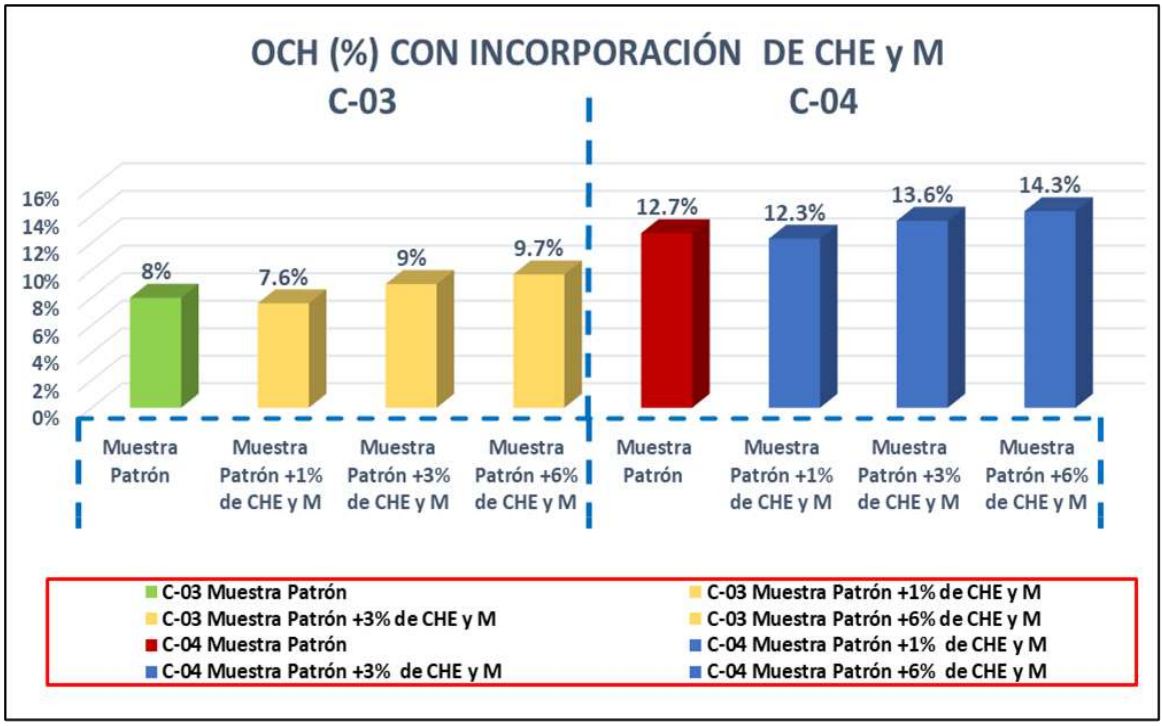


Figura 59.OCH con incorporación de CHE y M en C-03 y C-04

Interpretación: En la figura 59, del OCH se produjo, un decrecimiento con la incorporación de CHE y M en C-03 y C-04, con respecto a la muestra patrón (8% y 12%) decreciendo en:(0.4%) al 1% y incrementando en ;(1%,1.7% y 0.9%,1.6%) al 3% y 6% correlativamente.

Cabe mencionar que al adicionar de la CHE y M en la C-03 y C-04 no es favorable debido a que el OCH crece al 3%y 6%, y siendo favorable en 1% ya que disminuye. Es correcto que los aditivos bajen la humedad a fin de disminuir el agua que presenta el espécimen.

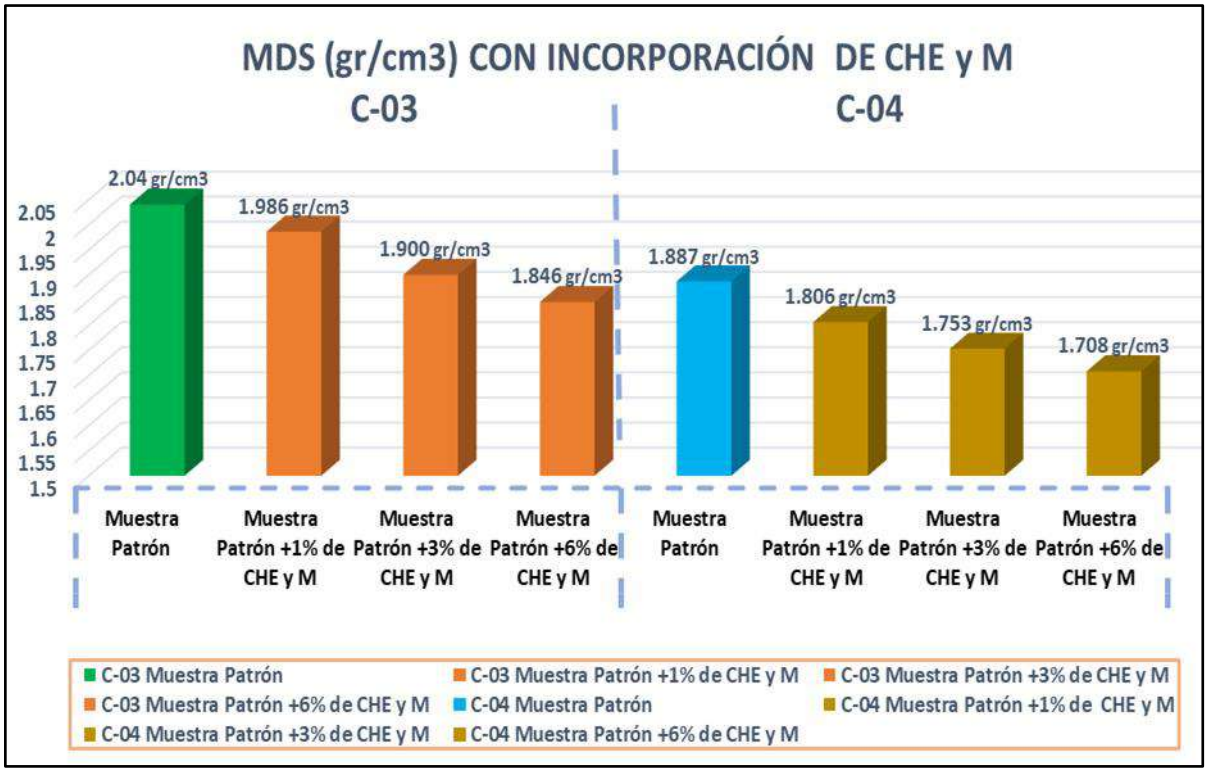


*Figura 60.*MDS con incorporación de CHE y M C-03 y C-04

Interpretación: De la figura Nº60 de la MDS, se evidencia una disminución con la adición de CHE y M en C-03 y C-04 con respecto a la muestra patrón (2.04 gr/cm3 y1.887gr/cm3) decreciendo en:(0.054gr/cm3,0.14gr/cm3,0.194 gr/cm3 y 0.081gr/cm3,0.134 gr/cm3,0.179 gr/cm3) al 1%,3% y 6%, correlativamente.

Cabe mencionar que la adición de la CHE y M en la C-03 y C-04 es desfavorable debido a que existe un descenso en la MDS. Lo conveniente sería que la adición incremente a la MDS a fin de mejorar la compactación del suelo.

CBR con adición de CHE y M

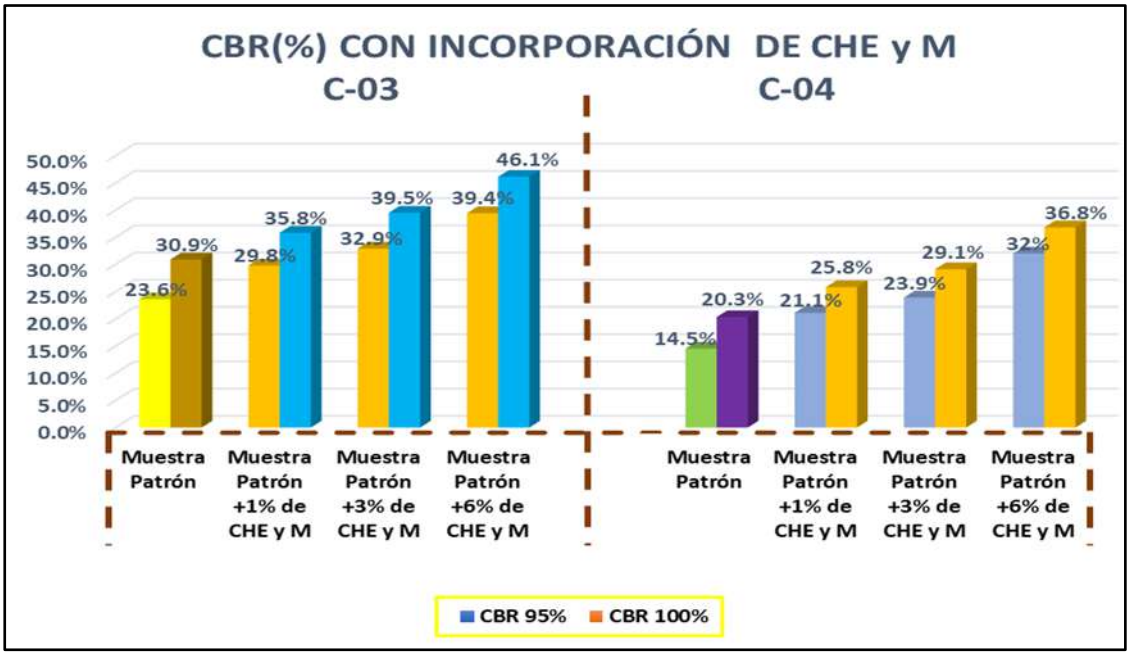


Figura 61.CBR con incorporación de CHE y M en la C-03 y C-04.

Interpretación: De acuerdo a la figura Nº61 en mención al CBR al 95% y al 100%de la MDS a 01 de penetración, se evidencian un incremento al adicionar CHE y M en C-03 y C-04, respecto a la muestra patrón (23.6%, 30.9% y14.5%,20.3%) incrementando en :(6.2%,9.3%,15.8% y 4.9%,8.6%,15.2%) y (6.6%,9.4%,17% y 5.5%,8.8%,16.5%) al 1%,3% y 6% correlativamente.

Cabe mencionar que la adición de CHE y M en la C-03 y C-04 es favorable debido a que presenta un incremento en el CBR. Cumpliendo con la NTP CE.010 de Pavimentos Urbanos que va desde bueno a excelente.

V. DISCUSIÓN

Determinar cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casa distrito de Cieneguilla, Lima -2022

Índice de plasticidad con adición de ceniza.

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021) en su tesis titulado, Estabilización de la subrasante con cenizas de hojas de Mango y Palta al 5% 10% 15% para pavimentación, nos menciona que IP de la muestra patrón resulto 0% y que al agregar 5%,10% y15% de CHM y P, tuvo como resultado 0%, respectivamente. Ver (Figura 62).

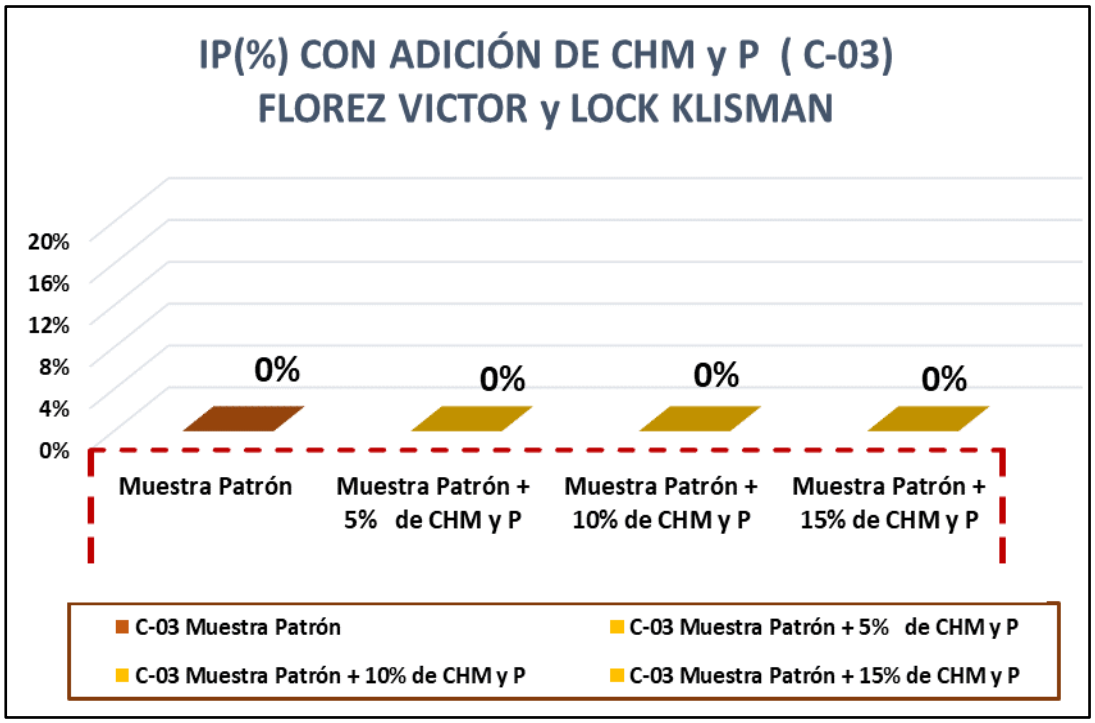


Figura 62. IP con adición de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03

En la investigación el IP, de C-03 y C-04, de la muestra patrón de fue de 0% y que adicionar la CHE y M en los porcentajes de 1% 3% y 6% los resultados fueron de 0% respectivamente. Evidenciando que es un IP=0 considerado un suelo no plástico exentos de arcilla. Ver (Figura 63).

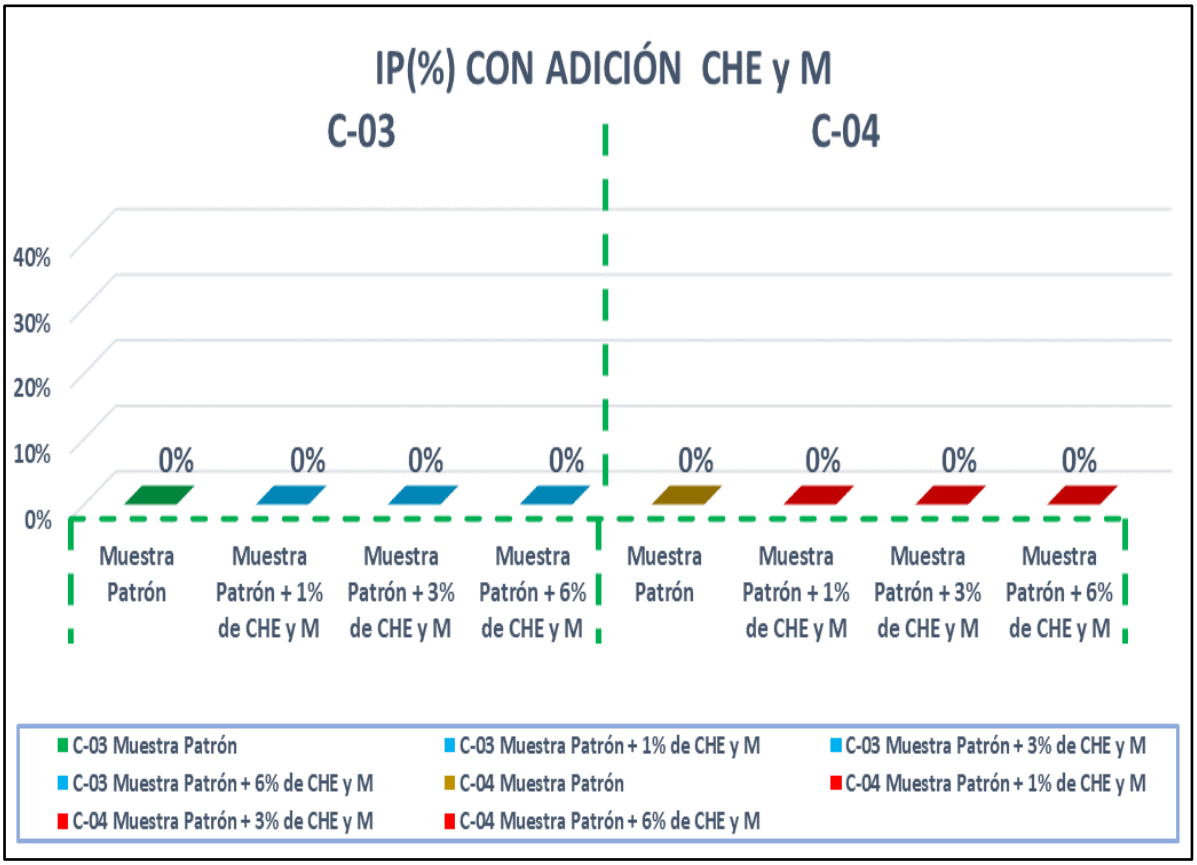


Figura 63. IP con adición de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021).al adicionar 5% ,10% y 15% de CHM y P a la muestra patrón de la C-03 obtuvieron un resultado de 0% presentando un IP=0. Correspondiente a nuestra investigación al adicionar CHE y M al 1%,3% y 6% para la C-03 y C-04 se obtuvo: 0%, presentando un, IP=0 correlativamente, habiendo una similitud, en ambas investigaciones

Los resultados de Flores Víctor y Lock Klisman cumplen con el IP=0 de acuerdo a la norma MTC E-110-111; en mi investigación tampoco presenta el IP al adicionar la CHE y M cumpliendo con la norma de MTC E110 y MTC E-111 y NTP 339. 129.siendo un suelo no plástico y exentos de arcilla

El ensayo de límite de consistencia, se realizó para ver si el espécimen extraído de campo presenta o no, el IP, permitiéndonos, hallar los valores, al adicionar CHE y M en 1%,3, 6% dando como resultado un IP=0 siendo beneficioso para la investigación.

Objetivo específico 2 Determinar cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022

Optimo Contenido de Humedad con adición de ceniza.

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021), nos menciona que el OCH, de la muestra de la MP fue :10.31% y que al agregar 5%,10%,15% de CHM y P al suelo natural obtuvieron:89.56%,88.02% y 85.16%, incrementando en:79.25%,77.71% y 74.85%, correlativamente. Ver (Figura 64).

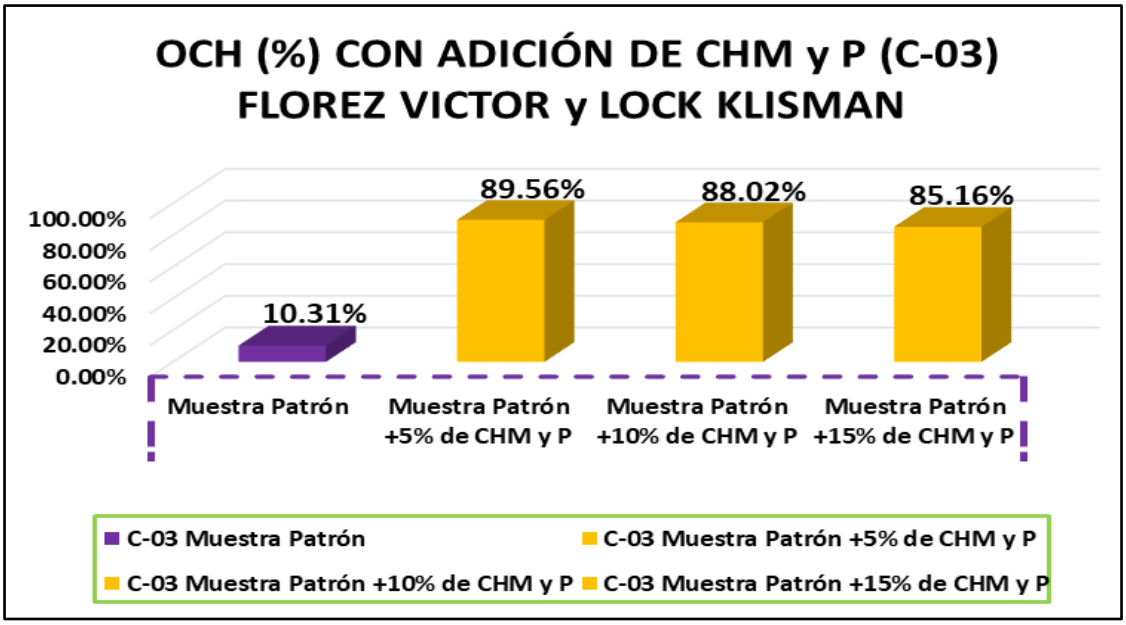


Figura 64. OCH con adición de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y15% en C-03

EL, OCH en nuestra investigación con respecto a la MP de C-03, fue: 8.0%, al adicionar 1%,3% y 6% de CHE y M, se obtuvo :7.6%,9% y 9.7%, mostrando un incremento de :0.4%,1% y 1.7% respectivamente. Con respecto a la muestra patrón de C-4 fue:12.7%, al adicionar al 1%,3% y 6% de CHE y M, se obtuvo:12.3%,13.6% y 14.3% incrementando en: 0.4%,1.3%, y 1.6%, correlativamente. Ver (Figura 65).

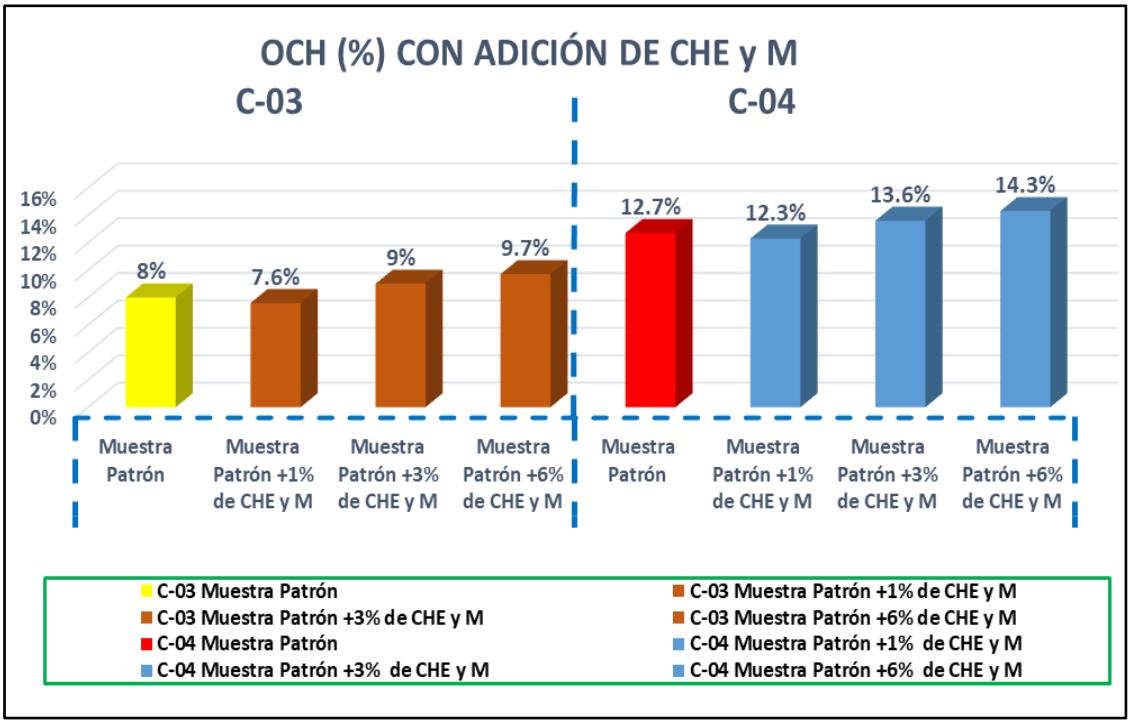


Figura 65. OCH con adición de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021) nos menciona que el OCH de la muestra patrón al adicionar 5%, 10% y 15% de CHM y P fue: 89.56%, 88.02% y 85.16% incrementando en :79.25%,77.71% y 74.85% correlativamente. Para esta investigación respecto al OCH, presenta un descenso con la incorporación de CHE y M en C-03 y C-04, al agregar a la muestra patrón en:(0.4%) al 1% y teniendo un incremento en ;(1%,1.7% y 0.9%,1.6%) al 3% y 6% correlativamente. Existiendo una similitud en ambos estudios.

Los resultados de Flores Víctor y Lock Klisman, cumplen, con el OCH de acuerdo a la NTP CE.010 en mí, investigación al agregar los % de 1%, 3% y 6% cumplen también la norma

El Proctor Modificado se realizó para determinar el OCH al adicionar la CHE y M en los % de 1%, 3% y 6%

Máxima Densidad Seca con adición de ceniza

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021), nos indica que la MDS de la muestra patrón fue: 2.61gr/cm3 y al agregar 5%,10%, y 15% de CHM y P, se obtuvo: 4.12 gr/cm3, 3.32 gr/cm3 y 4.31 gr/cm3, incrementando en 1.51gr/cm3, 0.71gr/cm3 y 1.7%gr/cm3 correlativamente. Ver (Figura 66)

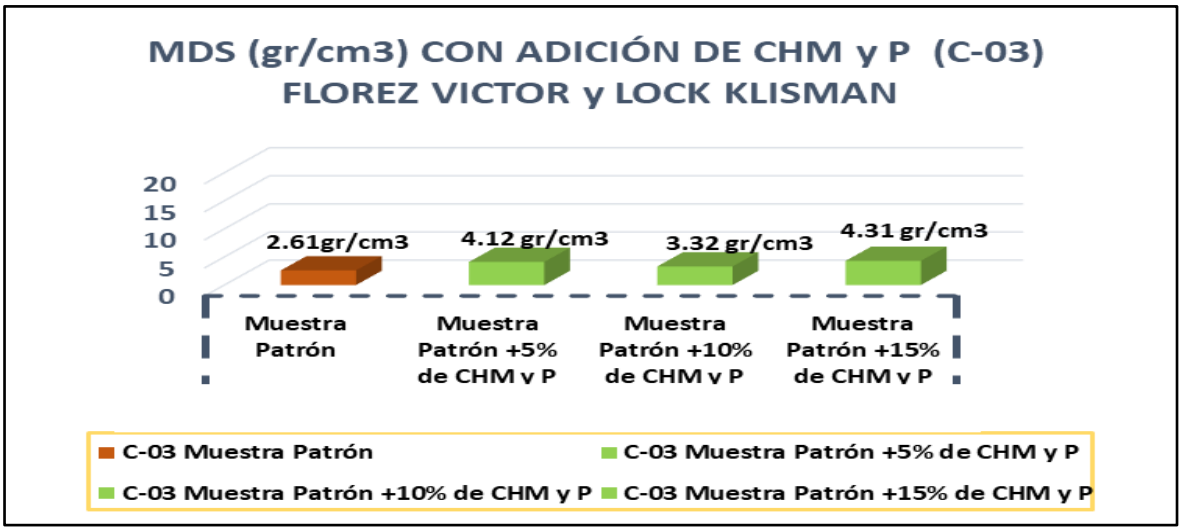


Figura 66. MDS con adición de CHM y P a la MP en los % de 5%10% y 15% en C-03

En esta investigación la MDS con respecto a la muestra patrón de C-03 y C-04 fue :(2.040 gr/cm3 y 1.887 gr/cm3) y al adicionar 1%,3% y 6% de CHE y M, se obtuvo:(1.986 gr/cm3 ,1.900 gr/cm3 ,1.846 gr/cm3 y 1.806 gr/cm3,1.753 gr/cm3 ,0.708gr/cm3),presentando un descenso de:(0.054gr/cm3,0.14gr/cm3,0.194gr/cm3 y 0.081gr/cm3,0.134gr/cm3,0.179gr/cm3 respectivamente. Ver (Figura 67)

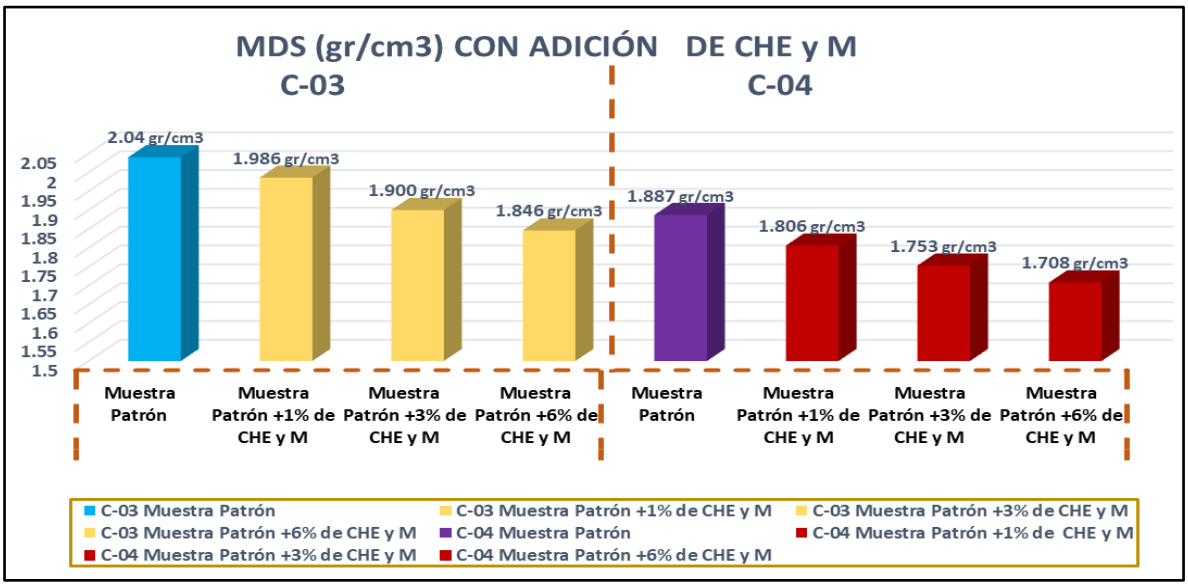


Figura 67. MDS con adición de CHE y M a la MP en los % de 1%3% y 6% en C-03 y C-04

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021), nos menciona que la MDS al adicionar 5%, 10% y 15% de CHM y P, a la muestra patrón, se obtuvo: 4.12%, 3.32% y 4.31%, incrementando en: 1.51gr/cm3, 0.71% gr/cm3 y 1.7%gr/cm3 correlativamente . Para la MDS de C-03 y C-04 al adicionar CHE y M en 1%,3% y 5%a la (PM) se obtuvo:(1.986 gr/cm3,1.900 gr/cm3,1.846 gr/cm3, y 1.806 gr/cm3,1.753 gr/cm3, 1.708gr/cm3),disminuyendo,en:(0.054gr/cm3,0.14gr/cm3,0.194gr/cmy0.081gr/cm3 ,0.134gr/cm3,0.179gr/cm3) correlativamente . Habiendo una discrepancia en ambos estudios

Los resultados de Flores Víctor y Lock Klisman, cumplen con la MDS según la NTP CE.010; en mi caso, también se cumple.

El ensayo de Proctor Modificado nos permite determinar MDS y OCH en la adicionar la CHE y M en %1%3% y6%

CBR con adición de ceniza

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021), nos menciona que el CBR al 95% y al 100% de la MDS de 01 de penetración de C-03 de la muestra del suelo alcanzo :(7.5% y 11%) y que al adicionar 5%,10% y 15% de CHM y P se obtuvo:(12.2%,14.5%,16.0% y 19.6%,25.5%,28.0%), incrementando en:(4.7%,7%,8.5% y 8. 6%,14.5%, 17%), respectivamente. Ver (Figura 68)

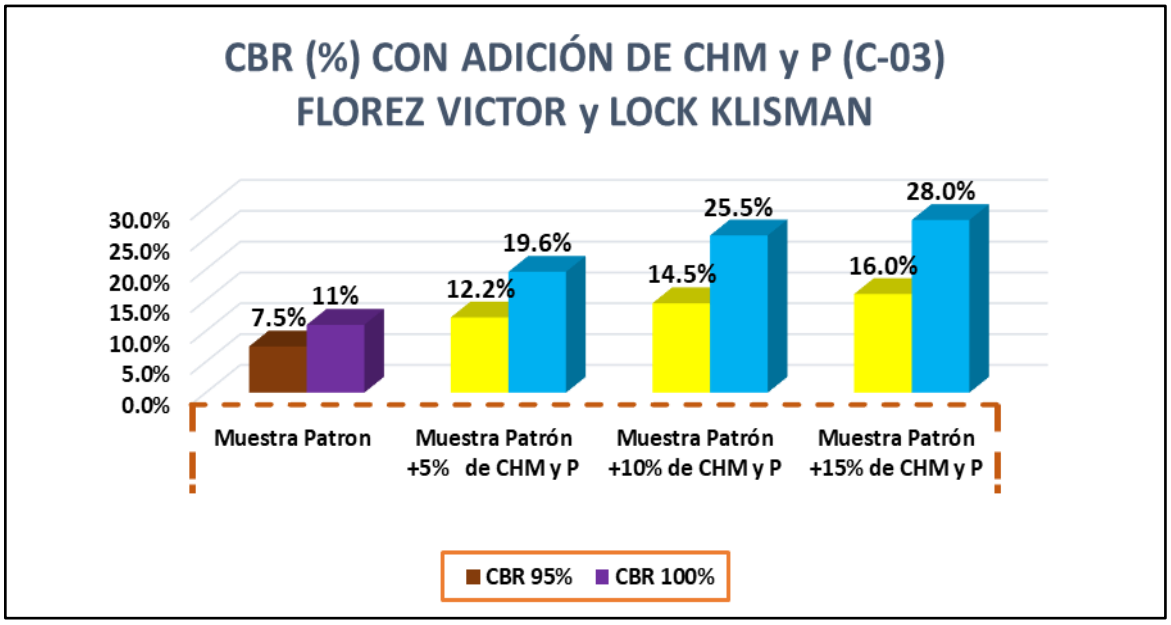


Figura 68. CBR con adición de CHM y P a la MP en los % de 5%,10% y 15% en C-03

En nuestro estudio el CBR al 95% y 100% de la MDS de 0.1 de penetración con respecto a la muestra patrón de la C-03 y C-04 fue:(23,6% ,30.9% y 14.5%,20.3%), al adicionar 1%,3% y 6% de CE y M, se obtuvo:(29.8%,32.9%,39.4% y 35.8%,39.5%,46.1%), y (21.1%23.9%,32% y 25.8%,29.1%,36.8%), incrementando en :(6.2%,9.3%,15.8% y 4.9%,8.6%,15.2%) y (6.6%,9.4%,17% y 5.5%,8.8%,16.5%), al 1%,3% y 6% correlativamente. Ver (Figura 69)

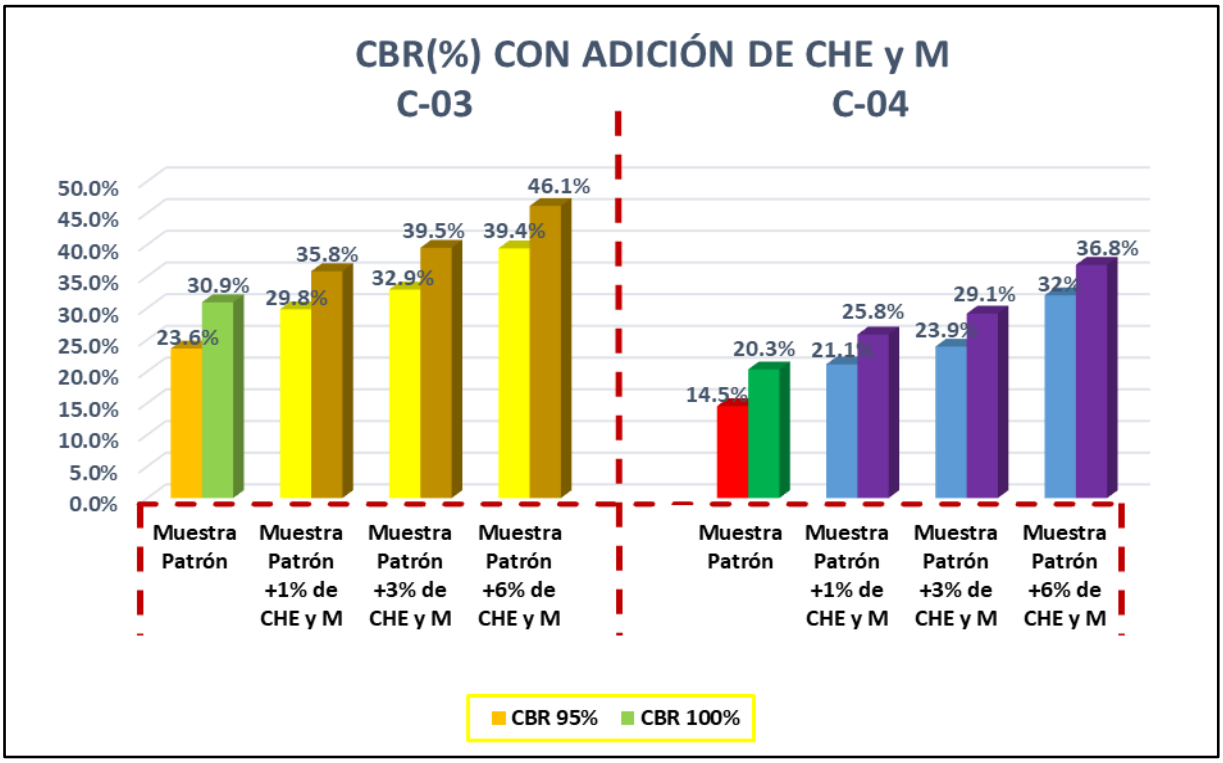


Figura 69. CBR con adición de CHE y M a la MP en los % de 1%,3% y 6% en C-03 y C-04

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021), al incorporar al CBR al 95% y al 100% de la MDS de 0.1 de penetración en los % de 5% 10% 15% de CHM y P se obtuvo:(12.2%,14.5%,16.0% y 19.6%,25.5%,28.0%), incrementando en:(4.7%,7%,8.5% y 8.6%,14.5%, 17%), respectivamente. Para esta investigación el CBR al 95% y 100% de la MDS de 0.1 de penetración al adicionar CHE y M a la C-3 y C-04 en 1% 3% y 6% , se obtuvo:(29.8%,32.9%,39.4% y 35.8%,39.5%,46.1%), y (21.1%23.9%,32% y 25.8%,29.1%,36.8%), incrementando en :(6.2%,9.3%,15.8% y 4.9%,8.6%,15.2%) y (6.6%,9.4%,17% y 5.5%,8.8%,16.5%), al 1%,3% y 6% correlativamente.. Por tanto, existe similitud en ambos estudios

Los resultados obtenidos Flores Víctor y Lock Klisman si cumplen con la norma de pavimentos urbanos 339-145; para mi caso de investigación con la adición de CHE y M si cumple con la NTP CE.010 339.145

El CBR nos permitió determinar la resistencia del suelo al adicionar la CHE y M en los % de 1%,3% y 6%.

Objetivo Especifico 3. Determinar cómo influye la dosificación de la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las Casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022

Para Flores Víctor y Lock Klisman (2021), nos indica que el IP del suelo natural es 0% y que al agregar 5% 10% y 15% de CHM y P el resultado fue :0%. Ver (Figura 70). En esta investigación el IP no presenta para la C-03 y C-04 siendo el resultado 0% y que a adicionar 1%,3% y 6% de CHE y M se obtuvo 0% correlativamente, evidenciando que es un IP=0 considerado un suelo no plástico exentos de arcilla. Ver (Figura 71)

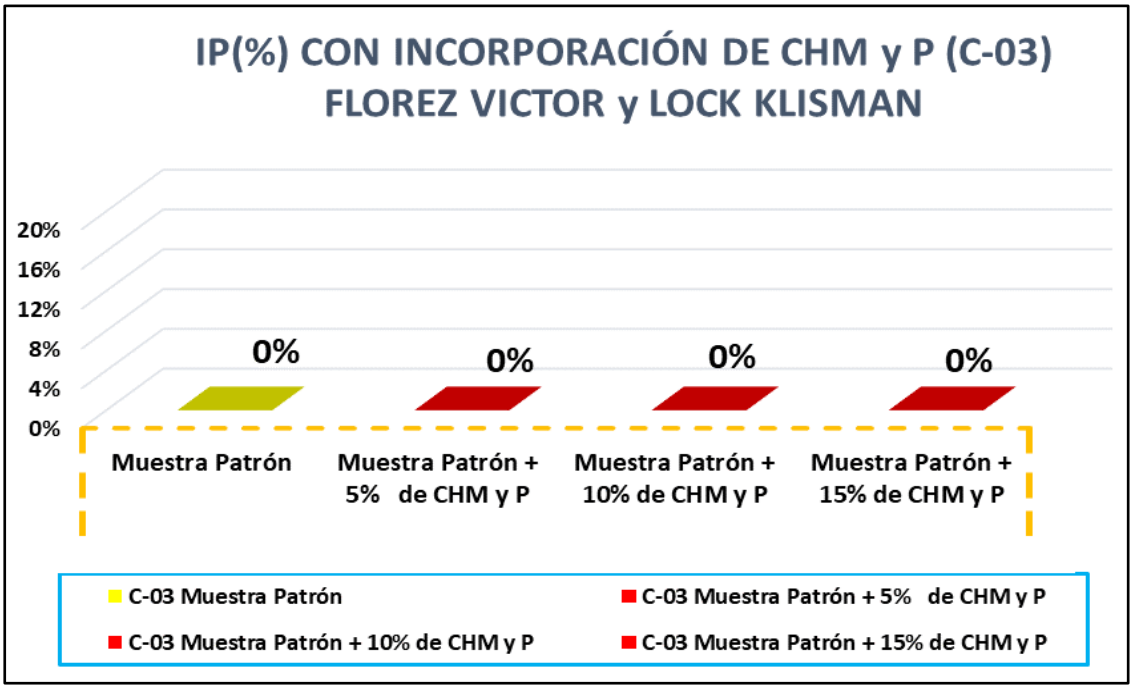


Figura 70. IP con incorporación de CHM y P a la MP en 5%,10% y 15% en C-03

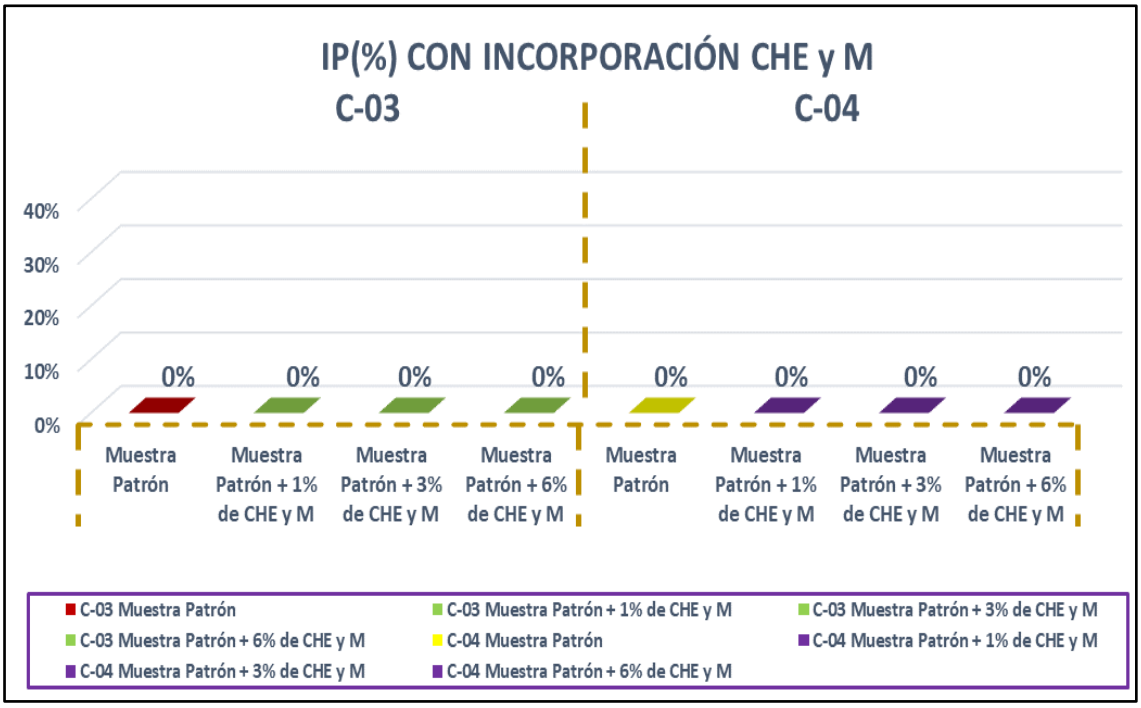


Figura 71. IP con incorporación de CHE y M a la MP en 1%,3% y 6% en C-03 y C-04

Para Flores Víctor y Lock Klisman, el OCH con la adición de CHM y P se evidencia un crecimiento en:(79.25%,77.71% y 74.85%) al 5%,10% y15% correlativamente. Ver (Figura 72). Correspondiente a esta investigación el OCH de C-03 y C-04 al adicionar CHE y M disminuye en:(0.4%) al 1% y incrementando en ;(1%,1.7% y 0.9%,1.6%) al 3% y 6% correlativamente Ver (Figura 73)

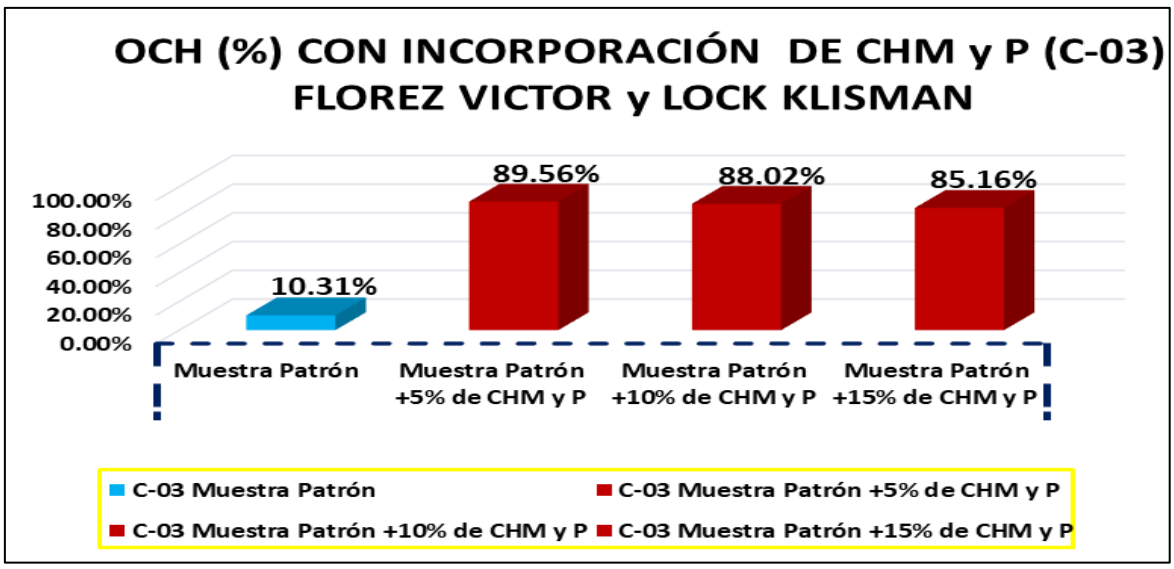


Figura 72. OCH con incorporación CHM y P a la MP en 5%,10% y 15% en C-03

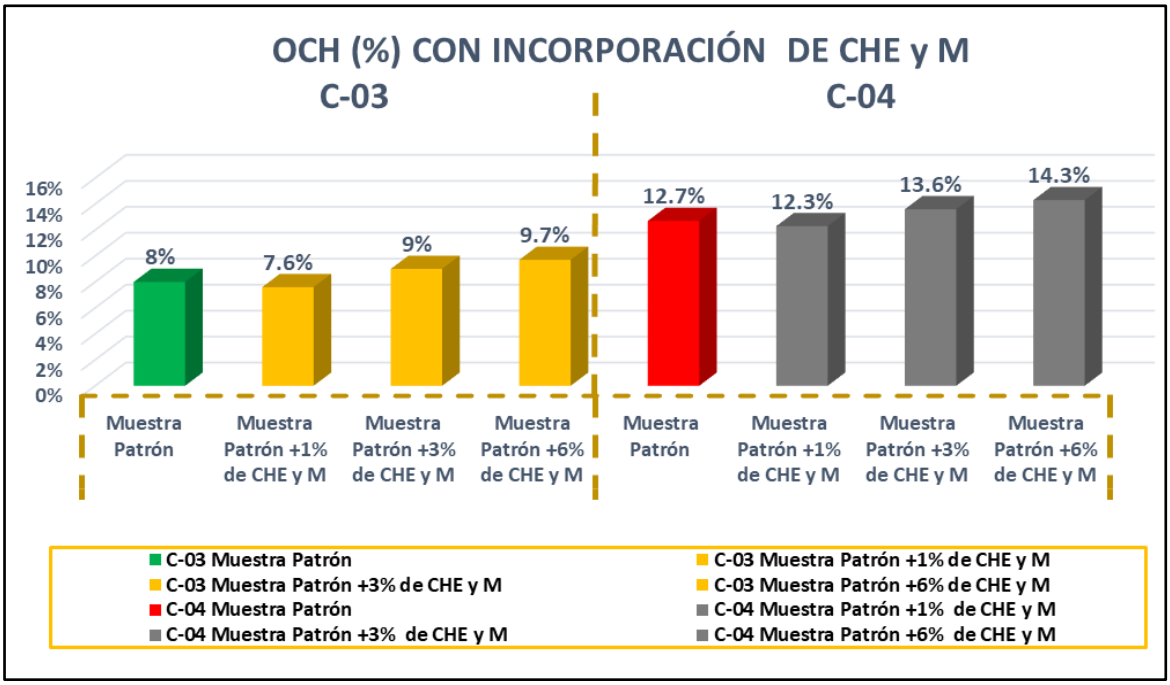


Figura 73. OCH con incorporación de CHE y M a la MP en 1%,3% y 6% en C-03 y C-04

Para Flores Víctor y Lock Klisman, en mención a la MDS se evidencia un incremento al adicionar CHM y P en:(1.51gr/cm3, 0.71gr/cm3 y 1.7%gr/cm3), al 5%,10% y 15% correlativamente. Ver (Figura 74). En este estudio respecto a la MDS, se evidencia una disminución con la adición de CHE y M en C-03 y C-04 siendo :(0.054gr/cm3,0.14gr/cm3,0.194 gr/cm3 y 0.081gr/cm3,0.134 gr/cm3,0.179 gr/cm3) con la dosificación de 1%,3% y 6%, correlativamente. Ver (figura 75)

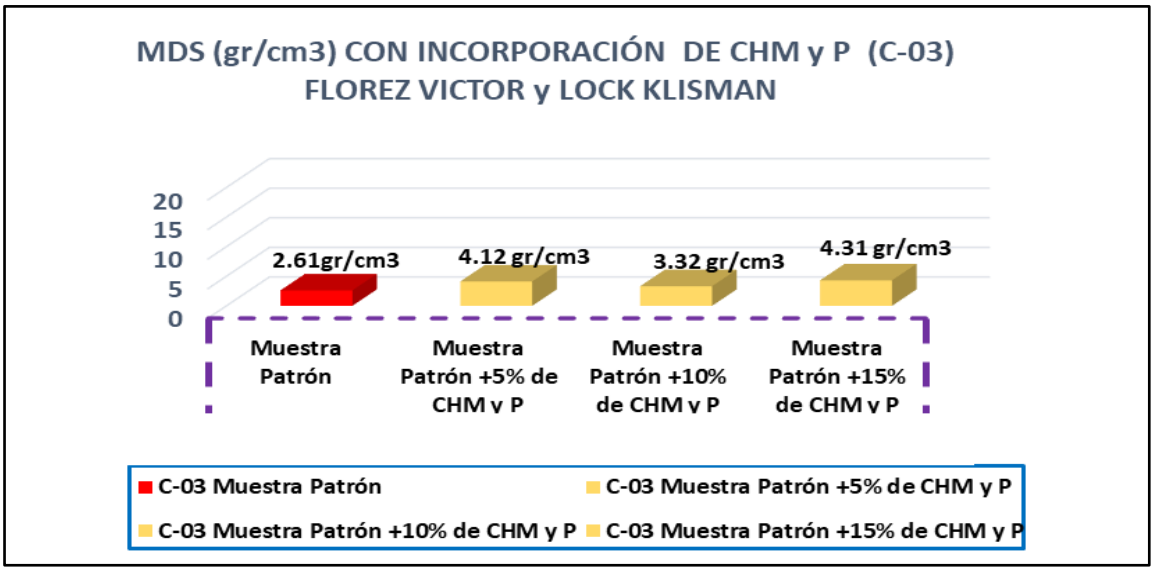


Figura 74. MDS con incorporación de CHM y P a la MP en 5%,10% y 15% en C-03

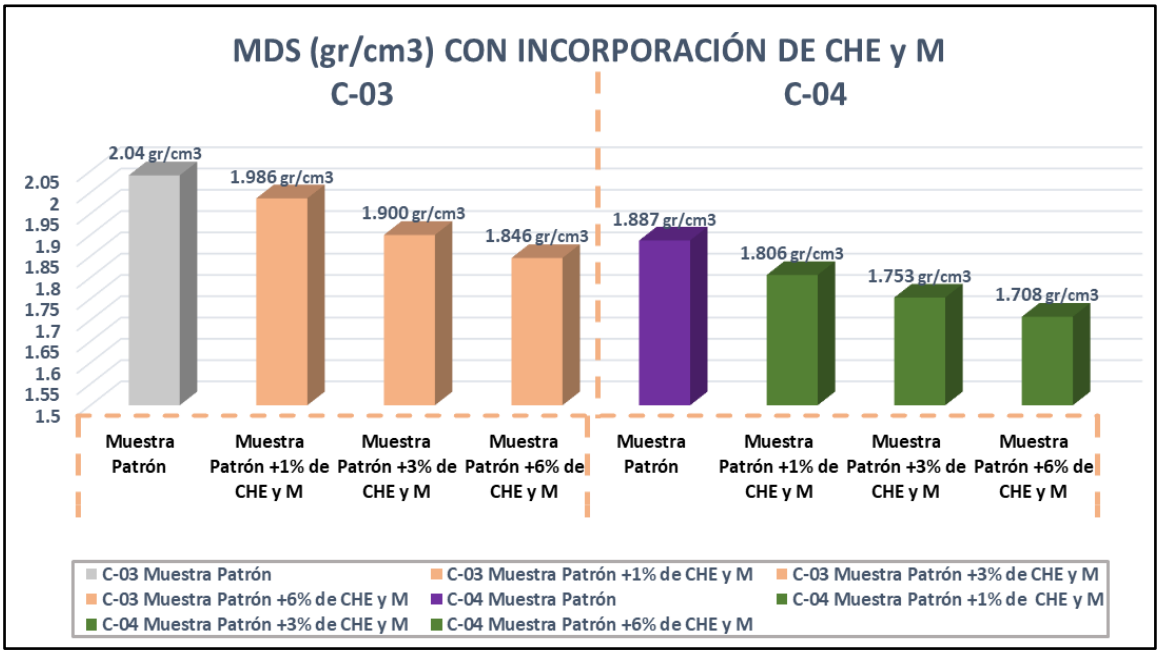


Figura 75. MDS con incorporación de CHE y M a la MP en 1%,3% y 6% en C-03 y C-04

Para Flores Víctor y Lock Klisman, respecto a la CBR al 95% y 100% de la MDS de 0.1 de penetración se constata un incremento al agregar CHM y P en:(4.7%,7%,8.5% y 8.6%,14.5%, 17%) al 5%10% y 15% correlativamente . Ver (Figura 76). En este estudio, el CBR al 95% y al 100%de la MDS a 01 de penetración, se evidencian un incremento al adicionar CHE y M en C-03 y C-04, respecto a la muestra patrón en :(6.2%,9.3%,15.8% y 4.9%,8.6%,15.2%) y (6.6%,9.4%,17% y 5.5%,8.8%,16.5%) al 1%,3% y 6% correlativamente. Ver (Figura 77)

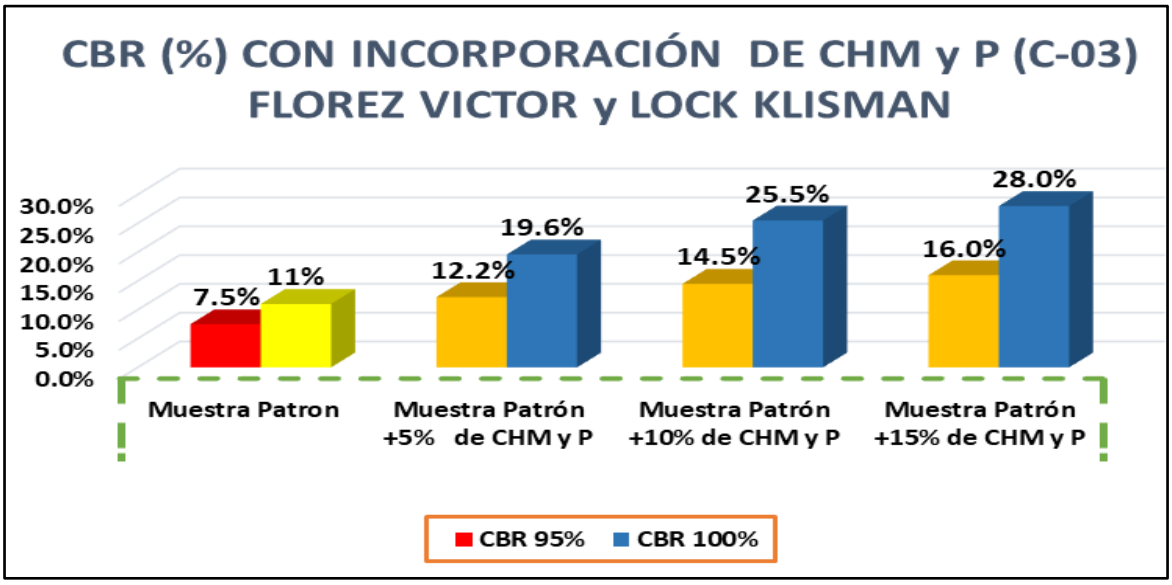


Figura 76. CBR con incorporación de CHM y P a la MP en 5%,10% y 15% en C-03

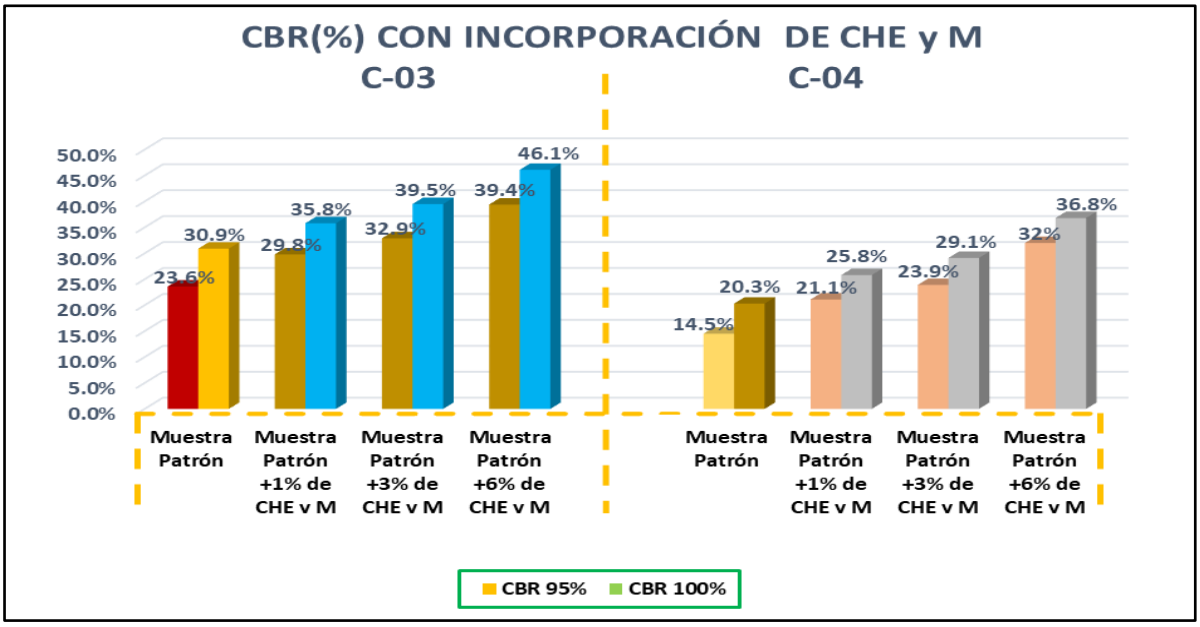


Figura 77. CBR con incorporación de CHE y M a la MP en 1%,3% y 6% en C-03 y C-04

Los resultados de Flores Víctor y Lock Klisman, cumplen con la MTC -2013, de la misma manera en esta investigación también cumple con la NTP CE.010 pavimentos urbanos.

VI. CONCLUSIONES

1. La adición de CHE y M influye positivamente en las propiedades físicas en la estabilización de subrasante en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

2. De acuerdo con las propiedades físicas con la incorporación de CHE y M para la estabilización de la subrasante se tiene lo siguiente:

-Al adicionar los % de 1%,3% y 6% de CHE y M, el IP de la MP, de la C-03 y C-04, es 0%, con las adiciones se tiene el mismo resultado siendo 0%, dando como resultado un IP=0. De acuerdo a la norma NTP 339.129 nos dice, si el IP=0, el suelo es considerado como no plástico y exentos de arcilla.

Por lo tanto, la adición de CHE y M no influye en las propiedades físicas de la subrasante en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

3. Con la incorporación de CHE y M en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasante se tiene lo siguiente:

- Al agregar las CHE y M en de 1%,3% y 6%, el OCH con respecto a la MP de C-03 y C-04, fue :(8% y 12.7%), y al adicionar 1%,3% y 6% CHE y M se obtuvo:(7.6%,9%, 9.7% y 12.3%,13.6%,14.3%), respectivamente. Evidenciando una disminución con respecto a la muestra patrón en:(0.4%) al 1% y un incremento en ;(1%,1.7% y 0.9%,1.6%) al 3% y 6% correlativamente Para la C-03 y C-04 cumple con la NTP 339.141

- Al incorporar los % de 1%,3% y 6% de CHE y M, la MDS correspondiente a la muestra patrón de C-03 y C-04 fue:(2.04 gr/cm3 y 1.887 gr/cm3), y al adicionar 1%,3% y 6% CHE y M se obtuvo:(1.986 gr/cm3,1.900 gr/cm3 ,1.846 gr/cm3 y 1.806 gr/cm3,1.753 gr/cm3 ,1.708 gr/cm3),respectivamente .Evidenciando una disminución con respecto a la muestra patrón en:(0.054gr/cm3,0.14gr/cm3,0.194 gr/cm3 y 0.081gr/cm3,0.134 gr/cm3,0.179 gr/cm3) al 1%,3% y6%, correlativamente Para la C-03 y C-04 cumple con la NTP 339.141

- Al incorporar la CHE y M en las dosificaciones de 1%,3% y 6%, el CBR, al 95% y 100% de MDS de 0.1 de penetración de la muestra patrón de C-03 y C-04 fue: (23.6%,30.9%, y 14.5%, 20.3%),al adicionar CHE y M se obtuvo :(29.8%,32.9%,39.4% y 35.8%,39.5%,46.1%) y (21.1%,23.9%,32.0% y 25.8%,29.1%,36.8%),respectivamente .Evidenciando un crecimiento en:(6.2%,9.3%,15.8% y 4.9%,8.6%,15.2%) y (6.6%,9.4%,17% y 5.5%,8.8%,16.5%) al 1%,3% y 6% correlativamente. Para la C-03 y C-04 cumple con la NTP 339. 145

Por lo tanto, influye positivamente en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasante en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

4.Como influye la adición de CHE y M en las propiedades físico-mecánicas para la estabilización de la subrasante se tiene:

-Al adicionar la CHE y M en 1% a la muestra de la C-03 el IP no presenta y para el OCH (de 8.0% a 7.6%) no supera a la MP, la MDS (2.040 gr/cm3 a 1.986 gr/cm3) no supera a la MP y el CBR (23.6% a 29.8%) incrementan con respecto a la muestra patrón. Con respecto a la C-04 el IP no presenta y para el OCH (12.7% a 12.3%) no incrementa, la MDS (1.887 gr/cm3 a 1.806 gr/cm3) no incrementa y el CBR (14.5 % a 21.1%) incrementa en la muestra patrón.

-Al agregar la CHE y M en 3% a la muestra de la C-03 el IP no presenta y para el OCH (de 8.0% a 9.0 %) supera a la MP, la MDS (2.040 gr/cm3 a 1.900 gr/cm3) no supera a la MP y el CBR (23.6% a 32.9 %) incrementan. Con respecto a la C-04 el IP no presenta y para el OCH (12.7% a 13.6%) incrementa en la MP, la MDS (1.887 gr/cm3 a1.753 gr/cm3) no incrementa y el CBR (14.5 % a 23.9 %) incrementa con respecto MP.

-Al incorporar la CHE y M en 6% a la muestra de la C-03 el IP no presenta y para el OCH (de 8.0 % a 9.7 %) supera a la MP, la MDS (2.040 a 1.846) no supera a la MP y el CBR (23.6% a 39.4 %) incrementan con respecto a la muestra patrón. Con respecto a la C-04 el IP no presenta y para el

OCH (12.7% a14.3 %) incrementa, la MDS (1.887 gr/cm3 a 1.708 gr/cm3) no incrementa y el CBR (14.5 % a 32.0 %) incrementa con respecto a la muestra patrón.

La incorporación de CHE y M actúa de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

También se determinó que la ceniza de la HE y M presenta propiedades químicas los cuales son: el óxido de silicio, oxido de calcio, oxido de potasio, oxido de aluminio y el óxido de magnesio.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios para otro tipo de suelo incorporando CHE y M.
2. Se recomienda realizar ensayo para determinar las propiedades químicas de la ceniza
3. Se recomienda calcinar la ceniza en un laboratorio.
4. Se recomienda realizar ensayos conforme a la norma y no hacer empíricamente.
5. Se recomienda estar presente en los ensayos de la investigación ya que puede a ver una equivocación a la hora de escoger la muestra si no está etiquetada.
6. Se recomienda realizar investigación adicionando CHE y M con otros productos similar, para determinar si brinda mejores resultados.

.

REFERENCIAS

ALARCÓN, JIMÉNEZ, y BENITÉZ. Stabilization of soils through the use of oily sludge en Colombia: Revista Ingeniería de Construcción RIC [en línea], Vol. 35. 0718-5073.

BANCO Mundial. (2019). Índice de desempeño de logística. (Págs. 1-4). Panamá: Banco Mundial.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. (2021). Informe de la Red Vial Nacional Oficial sobre el estado de la superficie de rodadura a diciembre – 2021. Lima: Perú.

HINCAPIÉ QUIMBAYO, Lady Andrea. Aprovechamiento de la hoja de mazorca y sus propiedades para la reconversión de una nueva materia prima. Tesis (Título de Diseñador Industrial) Colombia: Universidad Católica de Pereira,2018.

ABE, Omoloye Elijah. Comparación entre Propiedades de Resistencia de Suelos Lateríticos Estabilizados con Ceniza de Hoja de Banano y Ceniza de Fronda de Palma Aceitera. Revista internacional de investigación de innovaciones en ingeniería y tecnología, 2019, vol. 3, nº 1, pág. 20

BROOKS, Robert M. Estabilización de suelos con cenizas volantes y cenizas de residuos de maíz: mejoras en las características de ingeniería. En t. Aplicación J. Ing. Res , 2019, vol. 14, nº 4, pág. 1025-1030.

MEVANARIVO, Zo Elia, et al. Variabilidad de las propiedades fisicoquímicas de la madera de Eucalyptus robusta en función de las condiciones ecológicas de cultivo y las prácticas forestales: el caso de las pequeñas explotaciones en las tierras altas de Madagascar. Maderas. Ciencia y tecnología, 2020, vol. 22, nº 4, pág. 425-438

SANTANA, Natielo Almeida, et al. Propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo después de un evento de incendio forestal en un bosque de eucaliptos en el bioma pampeano. *Revista Brasileira e Ciência do Solo* , 2018, vol. 42.

VELASCO, MIA LAURA YAZMÍN PARRA; MARTÍNEZ, MARÍA GUADALUPE VÁZQUEZ. Muestreo probabilístico y no probabilístico. Licenciatura en, 2017.

TUPIA ASTOCONDOR, Gladys Karla. Estabilización de suelos en la subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco–Carabayllo. Tesis (Titulación de IC). Lima: Universidad Cesar Vallejo Perú ,2021.1pp.

PAREJA SALCEDO, Beanet. Estabilización de subrasante con adición de ceniza schinus molle en la trocha carrozable Yanakillca, Provincia Antabamba, Apurimac-2022 Tesis (Titulación de IC). Lima: Universidad Cesar Vallejo del Peru,2022.6pp.

HOYLE VEGA, Priscila Maria; RODRIGUEZ LOPEZ, Carlos Alberto. Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de musa paradisiaca y cenizas de hojas eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash. Tesis (Titulación de IC).Lima Universidad Cesar Vallejo del Peru,2019.5pp.

FLORES ALVA, Victor Fernando; LOCK CERNA, Klisman Victor Hieral. Estabilización de la subrasante con cenizas de hojas de Mango y Palta al 5% 10% 15% para pavimentación de la trocha carrozable del valle San Rafael, Mojeke, Casma. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Lima Universidad Cesar Vallejo del Peru,2021.6pp.

TUPIA ASTOCONDOR, Gladys Karla. Estabilización de suelos en la subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la avenida Juan Velazco–Carabayllo. Tesis (Titulación). Lima: Universidad Cesar Vallejo Perú ,2021.1pp.

PAREJA SALCEDO, Beanet. Estabilización de subrasante con adición de ceniza schinus molle en la trocha carrozable Yanakillca, Provincia Antabamba, Apurímac. Tesis (Titulación de IC). Lima: Universidad Cesar Vallejo de Peru,2022.6pp.

PEREZ MANTILLA, Yenner. Resistencia del concreto f´ c= 210 kg/cm2 sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (Eucaliptus Globulus). Tesis (Titulación de IC). Chimbote: Universidad san Pedro de Perú ,2018.37pp.

ROMERO PAJUELO, Keyla Soraya; TINEO NAVARRO, Kelly Vanesa. Influencia de la ceniza de hoja de maíz y bagazo de cebada en el concreto f'c= 210 kg/cm2, Santiago de Chuco Tesis (Titulación de IC). Lima: Universidad Cesar Vallejo de Peru,2018.11pp.

GUIA YUCRA, Mario Junior. Mejoramiento de subrasante mediante la adición de Ceniza de Quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno. Tesis (Titulación de IC) Lima: Universidad Cesar Vallejo del Peru,2022.

CARO BRICEÑO, José Iván. Resistencia de un concreto f´ c= 210 kg/cm2 con sustitución de cemento en 5% y 10% por ceniza de hoja de maíz. Tesis (Titulación de IC) Chimbote: Universidad San Pedro de Perú, 2018.23pp.

JULCA TARAZONA, Prudencio Faustino. Análisis de suelos arcillosos con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, camino vecinal Áncash. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo de Perú, 2020.9pp.

GARZÓN PINTO, Néstor Andrés; LUGO MESA, Laura Isabel. Análisis geomecánica de un material granular estabilizado con ceniza vegetal y cal; para su uso en las vías terciarias del corregimiento de caño chiquito en Paz de Ariporo, Casanare. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad de la Salle Colombia, 2019.

LOZANO-BOCANEGRA, Eugenio, et al. Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2015.

CUERVO CAMACHO, Harold Alexander; BARRAGÁN GARZÓN, Camilo Andrés. Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso. Tesis (Titulo Doctoral). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia,2019.5pp

CLAVERÍA, TRIANA y VARON. Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante. Tesis (Título de ingeniero Civil). Tolima: Universidad Cooperativa de Ibagué de Colombia, 2018.5pp.

JAMES, Jijo. Beneficio de resistencia de la enmienda de aserrín/ceniza de madera en la estabilización con cemento de un suelo expansivo. *Revista Facultad de Ingeniería* , 2019, vol. 28, nº 50, pág. 44-61.

ACOSTA, Rosa. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos tropicales, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas revista de La Habana, Cuba 2009, vol. 30, no 2, p. 132.

ASTETE CASTRO, Gladys y CAMPOS LANDEO, Karla. Rendimiento y calidad de producción del cultivo del maíz (Zea mays L.) de variedad criolla para choclo, según el número de semillas a la siembra en golpe, en condiciones de Huariaca. Tesis (Titulación de IA) Chimbote: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Perú**,** 2019.

CORONEL HUANCA, Lourdes, et al. Actividad bioinsecticida de los aceites esenciales de la huacataya (Tagetes minuta L.), eucalipto (Eucalyptus globulus L.) y romero (Rosmarinus officinalis L.), sobre el pulgón (Myzus persicae) en ambiente controlado. Tesis (Titulación Doctoral). La paz**: Universidad** mayor de san Andrés, Bolivia.2019.9pp.

MATIAS QUISPE, Samuel. Resistencia de un concreto f´ c= 210kg/cm2 sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto. Tesis (Titulación de IC). Huaraz: Universidad san Pedro de Perú, 2018.

NUÑEZ CAMPOS, Napoleón. Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del río Huayo bamba provincia de San Marcos con fines de uso en la construcción. Tesis (Titulación de IC). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca de Perú, 2013.5pp.

ROMERO PAJUELO, Keyla; TINEO NAVARRO, Kelly. Influencia de la ceniza de hoja de maíz y bagazo de cebada en el concreto f'c= 210 kg/cm2, Santiago de Chuco. Tesis (Titulación de IC). Lima: Universidad Cesar Vallejo Peru,2021.11pp

ALARCÓN, JIMÉNEZ y BENÍTEZ. Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Revista Ingeniería de Construcción RIC Vol 35 Nº1 2020.78pp.

VELÁSQUEZ GARCÍA, Romina Alexandra. Efecto de la humedad relativa y tiempo de almacenamiento de las hojas de eucalipto deshidratado (Eucalyptus). Tesis (Titulación de IC) Piura: Universidad Nacional de Piura ,2019.

ARIAS-GÓMEZ, Jesús, et al. La población de estudio. El protocolo de investigación III: Revista Alergia México, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206.

LÓPEZ, Pedro Luis. Población muestra y muestreo, 2004, vol. 9, no 08, p. 69-74.

VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel, et al. Validez y confiabilidad de las mediciones El protocolo de investigación VII.. Revista Alergia México, 2018, vol. 65, no 4, p. 414-421

Badillo Herrera Adriana. Evolución del aporte gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo del maíz (Zea mais)Variedad INIAP122,en dosis diferentes , en la parroquia malchingui, canton pedro Moncayo, provincia pichincha. Tesis (Título de Ingeniero en Administración y producción Agropecuaria) Loja: Universidad Nacional de Loja Ecuador,2016.12. pp.

Quevedo Vásquez Jerson. Caracterización de los aspectos morfológicos de híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L.) en suelos de restinga. Tesis (Titulo de Ingeniero Agrónomo) Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. Perú,2019.2. pp.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Marzo 2022) Evaluación del Avance de Siembra Disponible https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3081053/Bolet%C3%ADn%20mensual%3A%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20avance%20de%20siembras%2C%20marzo%202022.pdf en 10.pdf

Oñate Zúñiga Lissette. Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo del maíz (zeas mays) var. Blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Cevallos: Universidad Técnica de Ambato Ecuador,2016.12pp.

Santos Vargas, Juan; Tello Loarte, Eveli. Aplicación de ceniza de maíz en el mortero para el diseño de muros portantes en la vivienda unifamiliar. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo Peru,2020.11pp.

Lezama Huamán Aydee. Incorporación de biorresiduo para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Livitaca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo Peru,2022.2pp.

Mollo Onofre Victoria. Incorporación de ceniza de hojas de eucalipto para la estabilización de subrasante en la calle luceros de Francia. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil).Lima: Universidad Cesar Vallejo Peru.2022.7pp.

Velásquez García Romina. Efecto de la humedad relativa y tiempo de almacenamiento de las hojas de eucalipto deshidratado (eucalyptus). Tesis (Titulo de Ingeniera Agroindustrial e Industrias Alimentarias).Piura: Universidad Nacional de Piura,2019.16pp.

Velásquez García Romina. Efecto de la humedad relativa y tiempo de almacenamiento de las hojas de eucalipto deshidratado (eucalyptus). Tesis (Titulo de Ingeniera Agroindustrial e Industrias Alimentarias). Piura: Universidad Nacional de Piura,2019.34pp.

NUÑEZ CAMPOS, Napoleón. Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del río Huayo bamba provincia de San Marcos con fines de uso en la construcción. Tesis (Titulación de IC). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca de Perú, 2013.11pp

Mendoza Silva Jaime. Evaluación del comportamiento 32 dependencia de eucaliptus camaldulenses Dehnh,bajo condiciones del Trópico seco, la leona, león-nicaragua. Tesis (Trabajo de Diplomado).Managua: Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.2000.4pp.

Revista colombiana Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden[en linea] Colombia.2006[fecha de consulta:10 de octubre 2022]. Disponible en https://www.cenicafe.org/es/publications/eucalipto.pdf

Girón, Mancha y Romero Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero Huancayo 2021.Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Continental .2021.35pp.

Mantilla Montes Giuliana, Paliza Crisóstomo María, Pacora Gonzales Miguel y Pinto Tello Diego. Plan Estratégico para el Distrito de Cieneguilla. Tesis(Titulo para obtener el grado de magíster en administración estratégica de empresas).Surco: Pontificia Universidad Católica del Perú.2013.1pp.

Bustios Benites Rodrigo; Espezua Bejar Fred. Propuesta de arquitectura solar: hotel de campo en Cieneguilla. Tesis (Título Profesional de Arquitecto). Lima: Universidad Ricardo Palma Peru.2016. 194.pp

Escobar Lupaca, Jhonatan. Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de tallos de quinua en la carretera Checca-Mazocruz, Puno – 2022.Tesis(Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo Peru,2022.27pp.

Garzón Zapata Sofía. Correlación entre CBR y las propiedades índice y mecánicas en suelos granulares, de las parroquias ambatillo y quisapincha, cantón ambato, provincia de Tungurahua.Tesis(Título de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato.2019.5pp.

Pizarro Yañac Jhon; Huallpa Churapa Hugo. Mejoramiento de la capacidad de soporte (CBR) del terreno de fundación con la aplicación de pegamento sintetico en base a poliacetato de vinilo en el distrito de san Sebastián-provincia, departamento del cusco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco Peru.2018.35pp.

Borja Ortiz Alberto. Correlación entre el CBR, DCP, las propiedades índice y mecánicas en los suelos granulares de la parroquia san josé de poaló del cantón píllaro, provincia de Tungurahua.Tesis(Titulo de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato.Ecuador.2021.33pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos- Sección suelos y pavimentos. Lima Perú, 2014. 75pp

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos- Sección suelos y pavimentos. Lima Peru.2013. 23pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: Manual de ensayo. Lima Peru.2016. 44pp

NORMA TÉCNICA PERUANA: Pavimentos Urbanos C 0.10 https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf

ANEXOS

ANEXO Nº1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO: Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022							
AUTOR: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco							
PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPOTESIS**	**VARIABLE**		**DIMENCIONES**	**INDICADORES**	**INSTRUMENTO**
PROBLEMA GENERAL	**OBJETIVO GENERAL**	**HIPOTESIS GENERAL**					
Cómo influye la adición de cenizas eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	Evaluar de qué manera influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	La adición de cenizas de eucalipto y maíz mejorara de manera significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	INDEPENDIENTE	Ceniza eucalipto y maíz	Dosificación	1%-3%-6% de ceniza de eucalipto y maíz	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
PROBLEMA ESPECIFICO	**OBJETIVO ESPECIFICO**	**HIPOTESIS ESPECIFICO**	DEPENDIENTE	Estabilización de la subrasante	Propiedades Físicas	Análisis granulométrico (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 350.001 /MTC E-107
¿Cómo influye la dosificación de la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	Determinar cómo influye la dosificación de la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	La dosificación de la adición de cenizas de eucalipto y maíz influye positivamente en las propiedades físicos y mecánicas de la subrasante en la carretera Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022				Contenido de humedad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.127 /MTC E-108
						Clasificación de suelos SUCS, AASHTO.	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2487, M-145
						Limite Liquido (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.129 /MTC E-110
						Limite Platico (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo Norma NTP 339.129 /MTC E-111
						Índice de plasticidad (IP) (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D2487 /MTC E-111
¿Cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	Determinar cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	La adición de cenizas de eucalipto y maíz influye de manera positiva en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022			Propiedades Mecánicas	Densidad máxima seca (Tn/m3).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.141 /MTC E-115
						Optimo contenido de humedad (%).	
¿Cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades mecánica de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	Determinar cómo influye la adición de cenizas de eucalipto y maíz en las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022	La adición de cenizas de eucalipto y maíz influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla, Lima -2022				CBR (%).	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339 145. MTC E132

ANEXO Nº2

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLE

TITULO: Estabilización de la subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022						
VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	**DEFINICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**	**DEFINICIÓN DE OPERACIONAL**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**	**ESCALA**	**METODOLOGÍA**
Ceniza de eucalipto y maíz	Ceniza de eucalipto y maíz, seda a través de la calcinación de la hoja donde además contiene propriedades químicas, que se puede ver a través del método (espectrometría) que registran las sustancias que contiene dicha ceniza (Ca), (Fe2O3), (SiO2), (Al2O3) de los cuales coindice con el cemento.	Las cenizas de eucalipto y maíz se evaluarán en base a tenacidad, ductilidad, y la dosificación que se le dará sobre la subrasante. La adición de la ceniza eucalipto y maíz será en diferentes porcentajes a ensayar en las muestras.	Dosificación	1%-3%-6% Ceniza de eucalipto y maíz	Razón	**Método de Investigación:** Científico. **Tipo de Investigación:** Aplicada. **Enfoque:** Cuantitativo. **Población:** Subrasante de la Av. Felipe de la casa **Muestra:** 4 calicatas. **Muestreo:** No Probabilístico - se ensayará en todas las calicatas. **Técnica:** Observación directa. **Instrumento de recolección de datos:** - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio.
Estabilización de la subrasante	La estabilización de la subrasante se define como el mejoramiento de las propiedades través procedimientos e incorporación productos químicos, naturales o sintéticos. (MTC, 2014 pág. 92)	La caracterización de este dependerá de diferentes factores los cuales serán: Contenido de humedad, Análisis granulométrico, Limite Liquido, Limite Platico, Índice de plasticidad (IP), Ensayo de Proctor modificado y CBR.	Propiedades físicas	Análisis granulométrico (%)	Razón	
				Contenido de humedad (%).		
				Clasificación de suelos SUCS, AASHTO.		
				Limite Platico (%)		
				Índice de plasticidad (IP) (%).		
				Limite Liquido (%).		
			Propiedades Mecánicas	Densidad máxima seca (Tn/m3).		
				Optimo contenido de humedad (%).		
				CBR (%).		

ANEXO Nº 3

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: MAMANI CONDORI GUADALUPE

N° de Registro de CIP : 276508

Especialidad : INGENIERIA CIVIL

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

Autor del instrumento: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco

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: **subrasante** 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: **subrasante**					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: **subrasante**					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		41				

(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: 41

27 de junio de 2022

GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniero Civil
CIP N° 276508

Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Pancra Torres Jose Eduardo

N° de Registro de CIP :266342

Especialidad : Ingeniería Civil

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

Autor del instrumento: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco

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: **subrasante** 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: **subrasante**					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: **subrasante**					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						

(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: 49

24 de Junio 2022

JOSE EDUARDO PANCRA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 266342

Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Joya Campos Ronald Manuel

N° de Registro de CIP : 271285

Especialidad: Ingeniería Civil

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

Autor del instrumento: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco

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: **subrasante** 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: **subrasante**					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: **subrasante**					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						50

(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: 50

23 de junio de 2022

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil

DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO. DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS. DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS, CLASIFICACIÓN AASHTO Y SUCS	CÓDIGO	
	FECHA	
	REVISIÓN	
	PÁGINA 1 DE 1	

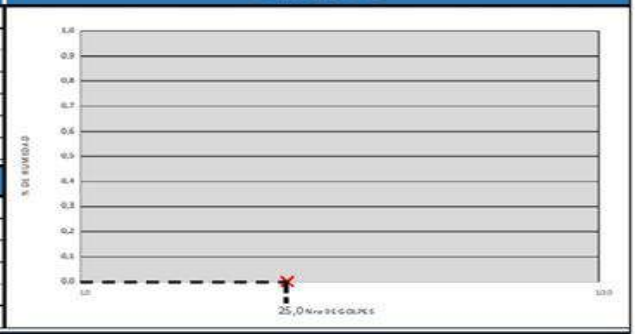
MTC E - 108 / 107 / 110 / 111 - ASTM D - 2216 / 422 / 4318

CLIENTE:	FECHA:
ATENCIÓN:	SONDEO No.
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LA CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA-2022	MUESTRA No
LOCALIZACIÓN:	PROFUNDIDAD, m
DESCRIPCIÓN:	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS, MTC E - 110			
Numero de golpes			
Masa humeda + Tara, g			
Masa seca + Tara, g			
Masa de Tara, g			
Masa del agua, g			
Masa seca, g			
Humedad, (%)			

LÍMITE PLÁSTICO MTC E - 111			HUMEDAD MTC E - 108
Masa humeda + Tara, g			
Masa seca + Tara, g			
Masa de Tara, g			
Masa del agua, g			
Masa seca, g			
Humedad, (%)			

CURVA DE FLUIDEZ

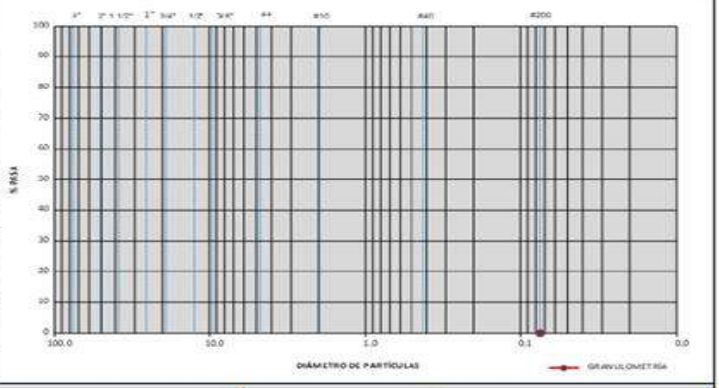


ANÁLISIS GRANULOMETRICO MTC E - 107

Masa húmeda total antes del lavado, g		Masa seca Total antes del lavado, g	
Masa seca después de lavar (g)			

Tamiz		Peso Ret (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
(Pulg.)	(mm)				
4"	101,60				
3"	76,2				
2"	50,8				
1 1/2"	38,1				
1"	25,4				
3/4"	19				
1/2"	12,5				
3/8"	9,5				
#4	4,75				
#10	2,00				
#40	0,420				
#200	0,075				
Pasa #200					

CURVA GRANULOMETRICA DE LA MUESTRA



RESULTADOS					CLASIFICACIÓN DE L SUELO ANALIZADO	
% de Gravas:	D60(mm):	Cu	% Limite Líquido		CLASIFICACIÓN AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION)	
% de Arena:	D30(mm):		% Limite Plástico			
		Cc			SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS S.U.C.S.	
% de Finos:	D10 mm (diámetro efectivo):		% Indice de Plasticidad			

OBSERVACIONES:

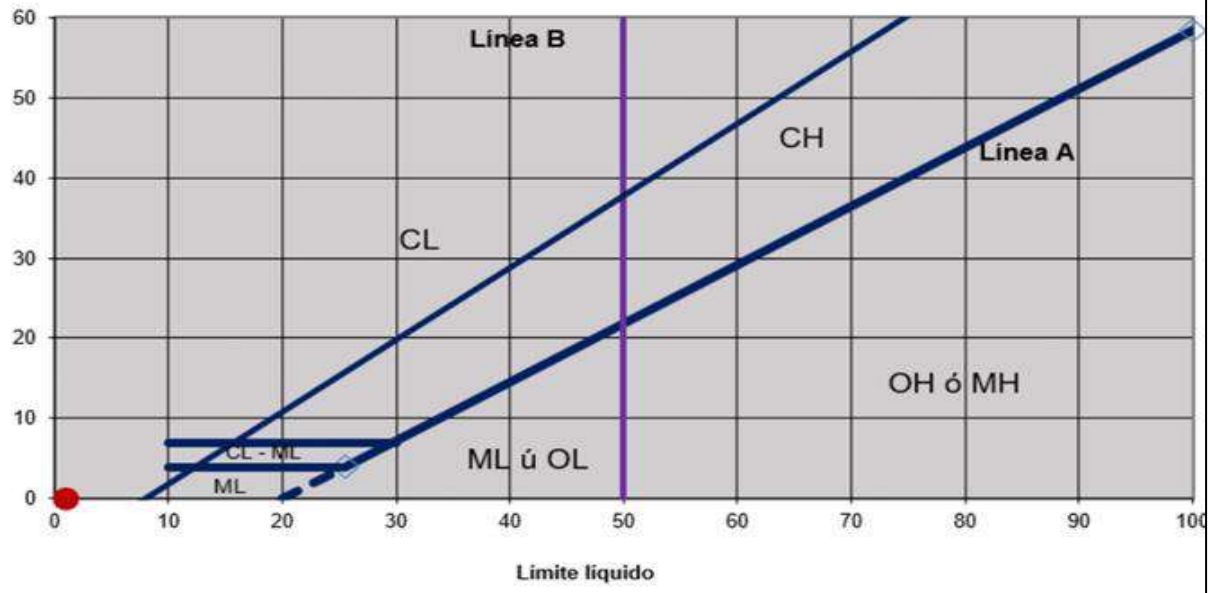
CENTENO SAMANIEGO JONATHAN		
REALIZÓ	APROBÓ	CLIENTE

GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP N° 276508

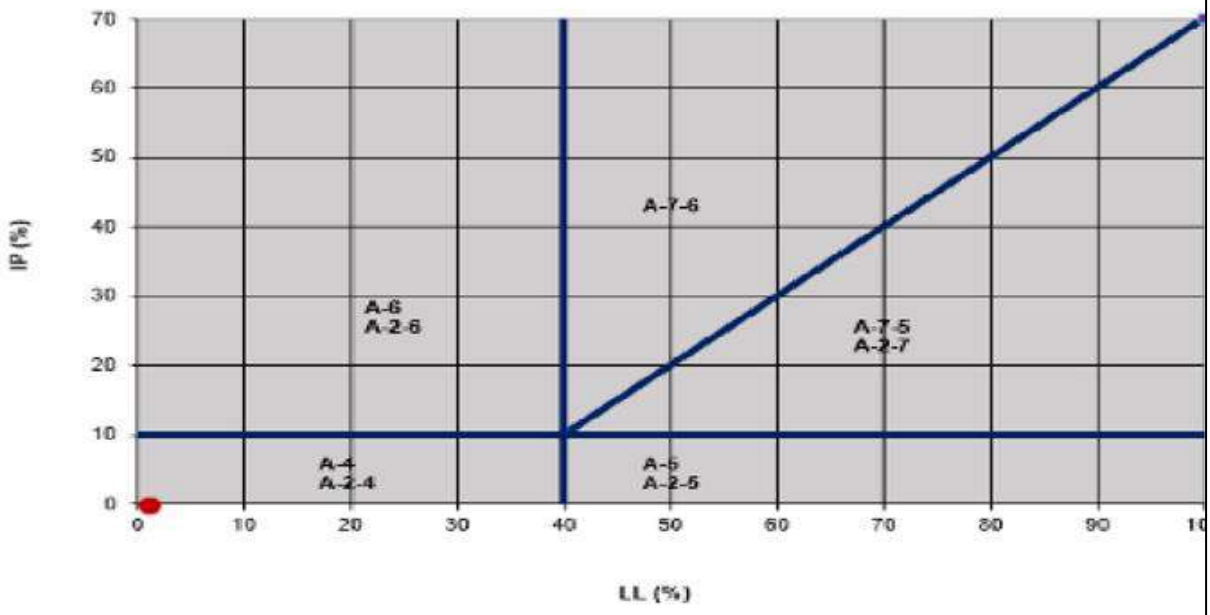
JOSÉ EDUARDO PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 266902

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP N° 273286

Ábaco de Casagrande



Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP N° 275503

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP N° 273285

JOSÉ EDUARDO PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 269392

RELACIONES DE HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) - MTC E - 115/ ASTM D-1557	CÓDIGO	
	FECHA	
	REVISIÓN	
	PÁGINA 1 DE 1	

CLIENTE:		FECHA:	
ATENCIÓN:		MUESTRA:	
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAIZ EN AV. FELIPE DE LA CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA-2022		
LOCALIZACIÓN:			
DESCRIPCIÓN:			

DIMENSIONES DEL MODELA USAR				
PRUEBA				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA				
NUMERO DE MOLDE				
MASA DEL MOLDE, g				
VOLUMEN MOLDE, cm³				
COMPACTACIÓN			**MÉTODO A APLICAR**	
MASA MUESTRA HUMEDA + MOLDE, g				
MASA MUESTRA HUMEDA, g				
PESO UNITARIO HUMEDO, g/cm³				
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN				
NUMERO DE TARA				
MASA MUESTRA HUMEDA + TARA, g				
MASA MUESTRA SECA + TARA, g				
MASA DE LA TARA, g				
% de HUMEDAD				
DETERMINACIÓNDE LA DENSIDAD SECA DE CADA SUB-MUESTRA				
DENSIDAD SECA, g/cm³				
kg/m³				
PESO UNITARIO SECO, lb/pie³				

RESULTADOS	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (Kg/m³):	
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN, %	
MARTILLO DE COMPACTACIÓN:	
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO:	
No. DE CAPAS:	
GOLPES x CAPA:	

OBSERVACIONES:

CENTENO SAMANIEGO JONATHAN		
REALIZÓ	APROBÓ	CLIENTE

GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP N° 275508

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP N° 273295

JOSÉ EDUARDO PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 266362

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

MTC E – 132 / ASTM D-1883

CÓDIGO	
FECHA	
REVISIÓN	
PÁGINA 1 DE 2	

CLIENTE:		FECHA:	
ATENCIÓN:		MUESTRA No:	
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LA CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA-2022		
LOCALIZACIÓN:			
DESCRIPCIÓN:			

Densidad Seca Máxima, gMTC E - 115ASTM D-1557g/cm³		Humedad Óptima de Compactación, gMTC E - 115ASTM D-1557)%			
Método de la Prueba Usado :	MTC E - 115 / ASTM D-1557	Martillo de Compactación:		Altura de Caida del Martillo:	

DIMENSIONES DE LOS MOLDES UTILIZADOS			
PRUEBA			
No. de Golpes			
Molde No.			
Masa del Molde (g)			
Volumen del Molde (cm³)			
COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			
Masa Molde + Muestra Húmeda (g)			
Densidad muestra húmeda, g/cm³			
DENSIDAD SECA (g/cm³)			
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN			
Recipiente No.			
Peso rec. + Muestra Hum. (g).			
Peso rec. + Muestra Seca (g).			
Peso Recipiente (g).			
Contenido de Humedad (%)			
INMERSIÓN DE LA MUESTRA - EXPANSIÓN			
Lectura Inicial (.001")			
Lectura Después de 24H - 1 Día (.001")			
Lectura Después de 48H - 2 Días (001")			
Lectura Después de 72H - 3 Días (.001")			
Lectura Después de 96H - 4 Días (.001")			
Expansión Total, %			

PENETRACIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN

Penetración		0		0		0	
		Lecturas	Esfuerzo	Lecturas	Esfuerzo	Lecturas	Esfuerzo
(mm)	(plg)	lb	psi	lb	psi	Lb	psi
0,64	0,025						
1,27	0,050						
1,91	0,075						
2,54	0,100						
3,18	0,125						
3,81	0,150						
5,08	0,200						
7,62	0,300						
10,16	0,400						
12,16	0,500						
Humedad de Penetración, %							

OBSERVACIONES:

CENTENO SAMANIEGO JONATHAN		
REALIZO	APROBO	CLIENTE

GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP N° 275508

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP N° 273286

JOSÉ EDUARDO PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 266392

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

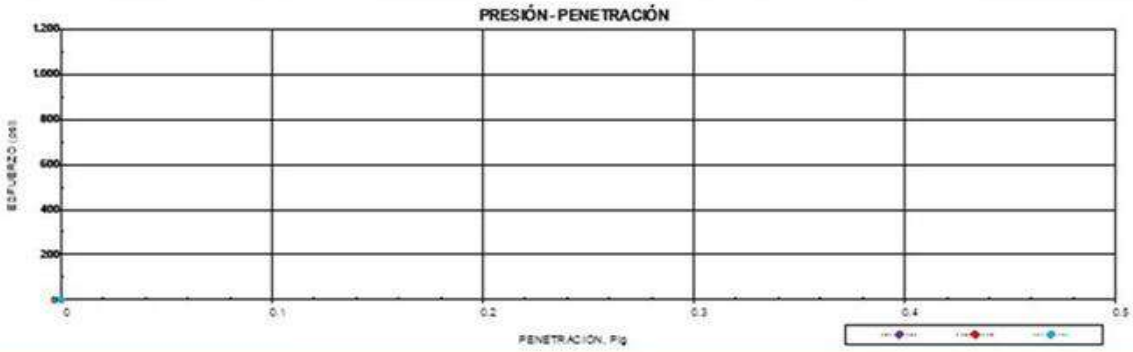
MTC E – 132 / ASTM D-1883

CÓDIGO	
FECHA	
REVISIÓN	
PÁGINA 2 DE 2	

CLIENTE:		FECHA:	00/01/1900
ATENCIÓN:		MUESTRA Nº:	0
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LA CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA-2022		
LOCALIZACIÓN:			
DESCRIPCIÓN:			

Densidad Seca Máxima, (MTC E – 115/ASTM D-1557) g/cm³		Humedad Óptima de Compactación, (MTC E – 115/ASTM D-1557)%	

PRESIÓN - PENETRACIÓN



CBR CORREGIDO			
No. DE GOLPES	0	0	0
CBR CORREG. A 0.1" (%)			
CBR CORREG. A 0.2" (%)			

CURVA DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD - CBR CORREGIDO 0,1"

MDD: DENSIDAD SECA MÁXIMA

CUMPLE ESPECIFICACIÓN:	

Observaciones: _____

CENTENO SAMANIEGO JONATHAN		
REALIZÓ	APROBÓ	CLIENTE

GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP Nº 275503

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP Nº 273295

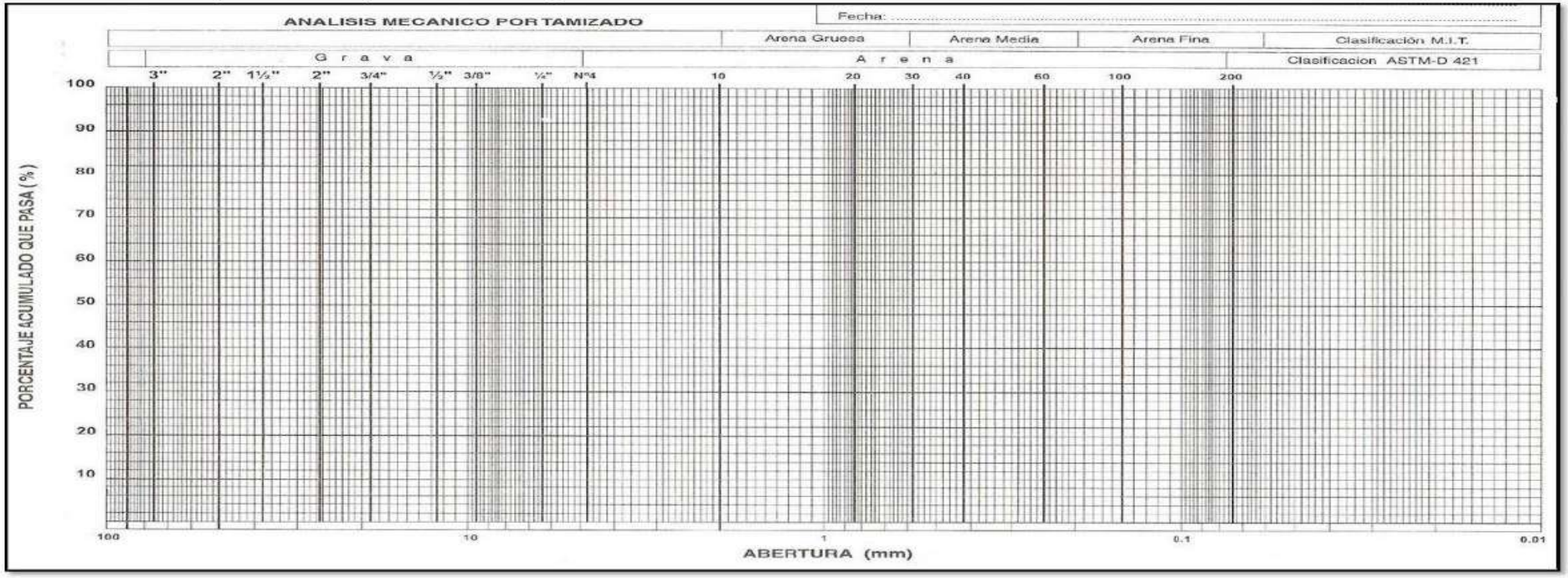
JOSÉ EDUARDO PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP Nº 269392

Instrumento de recolección de datos para análisis mecánico por tamizado MTC E-107-NTP 350.001

PROYECTO: Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

Autor: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco

Ubicación: Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla



GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP N° 275508

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP N° 273295

JOSE EDUARDO PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 269392

Instrumento de recolección de datos para límites de Atterberg MTC E-110-111 -NTP-339.129

PROYECTO: Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

Autor: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco

Ubicación: Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla

PROYECTO:	
UBICACIÓN	

CALICATA:	
MUESTRA	
PROFUNDIDAD:	
FECHA:	

LÍMITE LÍQUIDO (LL)				
Nº tara				
Nº de golpes				
Peso tara	(gr)			
Peso tara + suelo húmedo	(gr)			
Peso tara + suelo seco	(gr)			
Peso del agua	(gr)			
Peso del suelo seco	(gr)			
Humedad	(%)			

LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
Nº tara				
Peso tara	(gr)			
Peso tara + suelo húmedo	(gr)			
Peso tara + suelo seco	(gr)			
Peso del agua	(gr)			
Peso del suelo seco	(gr)			
Humedad	(%)			

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)= LL - LP

GUADALUPE
MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP Nº 275503

RONALD MANUEL
JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP Nº 273286

JOSE EDUARDO
PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP Nº 268382

Instrumento de recolección de datos para ensayo Proctor Modificado MTC E -115 NTP-339.141

PROYECTO: Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

Autor: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco

Ubicación: Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla

Humedad

Prueba N°		1	2	3	4
Recipiente N°					
Peso de tara	(gr)				
Tara + suelo húmedo	(gr)				
Tara + suelo seco	(gr)				
Peso del agua	(gr)				
Peso del suelo seco	(gr)				
Contenido de humedad	(%)				

Densidad

Prueba N°		1	2	3	4
Peso del molde + suelo húmedo	(gr)				
Peso de molde	(gr)				
Peso suelo húmedo	(gr)				
Volumen del molde	(cm^3)				
Densidad húmeda	(gr/cm^3)				
Densidad seca	(gr/cm^3)				

Densidad seca	(gr/cm3)				
Contenido de humedad	(%)				

GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP N° 275503

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP N° 273286

JOSÉ EDUARDO PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 269382

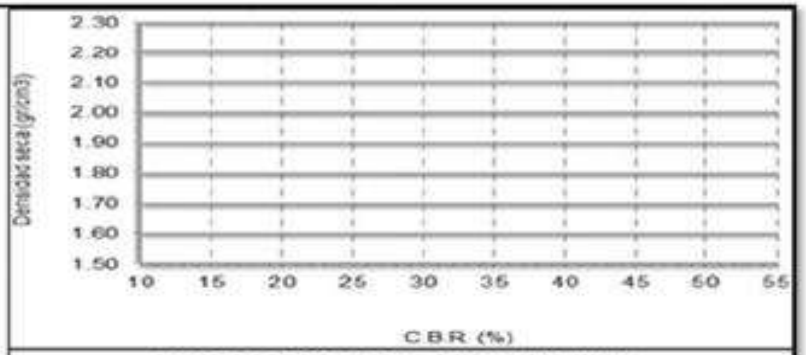
Instrumento de recolección de datos para ensayo CBR MTC-E-132-NTP-339.141

PROYECTO: Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022

Autor: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco

Ubicación: Av. Felipe de la Casas, distrito de Cieneguilla

Molde N°	A	B	C
Capas N°			
N° de golpes por capa			
CONDICION DE LA MUESTRA			
Peso del molde + suelo humedo			
Peso del molde			
Peso del suelo humedo			
Volumen del molde			
Densidad humeda			
% de humedad			
Densidad seca			



AREA DEL PISTON pulg.2

PENETRACION PULGADAS	MOLDE A			MOLDE B			MOLDE C		
	Kg	Lb	Lb/Pulg.2	Kg	Lb	Lb/Pulg.2	Kg	Lb	Lb/Pulg.2

GUADALUPE MAMANI CONDORI
Ingeniera Civil
CIP N° 275503

RONALD MANUEL JOYA CAMPOS
Ingeniero Civil
CIP N° 273295

JOSÉ EDUARDO PARIONA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 289362

ANEXO Nº 4

TABLA DE DOSIFICACIÓN Y RESULTADO

Camilo Andrés Barragán Garzón y Harold Alexander Cuervo Camacho	Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno - arcilloso	2019	DESCRIPCION	SUCS		IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	SCL		15.9%	19.7%	1.726 gr/cm3	10%
			MP+1% CCA	SCL		24%	20.30%	1.714 gr/cm3	19%
Garzón Pinto Néstor Andrés y Lugo Mesa Laura Isabel	Análisis geomecánico de un material granular estabilizado con ceniza vegetal y cal; para su uso en las vías terciarias del corregimiento de caño chiquito en Paz de Ariporo, Casanare	2019	DESCRIPCION	SUCS		IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	SC		0%	7.7%	2.1 gr/cm3	3%
			MP-10% CV+20% C	SC		0%	8%	2.06 gr/cm3	78%
Pía Andrea Clavería Vásquez, Daniel Fernando Triana Mendoza y Yenny Alejandra Varón Ospina	Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante	2018	DESCRIPCION	SUCS		IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	SM		0%	37%	10.17gr/cm3	3.47%
			MP+5%CBCA	SM		0%	48.37%	9 .0gr/cm3	38.81%
			MP+10%CBCA	SM		0%	53.4%	8.5 gr/cm3	40.47%
			MP+15%CBCA	SM		0%	56.88%	7.5 gr/cm3	30.07%
Flores Alva Victor Fernando y Lock Cerna, Klisman Victor Hieral	Estabilización de la subrasante con cenizas de hojas de Mango y Palta al 5% 10% 15% para pavimentación de la trocha carrozable	2019	DESCRIPCION	SUCS	AASHTO	IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	SP-SM	A-3	0%	10.31%	2.61 gr/cm3	7.50%
			MP+5% CHM y P	SP-SM	A-3	0%	89.56%	4.12 gr/cm3	12.20%
			MP+10% CHM y P	SP-SM	A-3	0%	88.02%	3.32gr/cm3	14.50%
			MP+15% CHM y P	SP-SM	A-3	0%	85.16%	4.31gr/cm3	16%
Hoyle Vega, Priscila Maria y Rodriguez Lopez, Carlos Alberto	"Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap,	2021	DESCRIPCION	SUCS	AASHTO	IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	CS	A-2-6	0%	8.80%	1.862 gr/cm3	6.70%
			MP+5% CFRMP y CHE	SC	A-2-6	0%	9.40%	1.930 gr/cm3	7.41%
			MP+10% CFRMP y CHE	CS	A-2-6	0%	10.90%	2.000gr/cm3	11.24%
			MP+15% CFRMP y CHE	SC	A-2-6	0%	8.90%	1.970 gr/cm3	9%
Tupia Astocondor, Gladys Karla	Estabilizacion de suelos en la subrasante con ceniza de hoja de eucaliptos en la Avenida juan velazco-Carabayllo en Lima, 2021.	2021	DESCRIPCION	SUCS	AASHTO	IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	CL	A-4	0%	15.50%	1.969gr/cm3	9.50%
			MP+4%CHE	CL	A-4	0%	15.60%	1.902gr/cm3	13.90%
			MP+7%CHE	CL	A-4	0%	15.70%	1.952gr/cm3	24.40%
			MP+11%CHE	CL	A-4	0%	15.70%	1.973gr/cm3	25.80%
Mollo Onofre,Victoria	Incorporacion de ceniza de hoja de eucalipto para la estabilizacion de subrasante en la calle Lucero de Francia,Cusco-2021	2022	DESCRIPCION	SUCS	AASHTO	IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	CL	A-6	16%	12.17%	1.76gr/cm3	3.90%
			MP+3%CHE	CL	A-6	15%	11.68%	1.81gr/cm3	8.20%
			MP+7%CHE	CL	A-6	11%	10.98%	1.92gr/cm3	10.10%
			MP+11%CHE	CL	A-6	10%	10.20%	1.99gr/cm3	12.20%
Julca Tarazona, Prudencio FaustinoJulca Tarazona, Prudencio Faustino	Análisis de suelos arcillosos con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, camino vecinal	2020	DESCRIPCION	SUCS	AASHTO	IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	CS	A-1-b	8%	7%	2.112 gr/cm3	17.50%
			MP+6%CHM y C	CS	A-1-b	6%	6.3%	2.180 gr/cm3	40.20%
			MP+11%CHM y C	CS	A-1-b	5%	6.4%	2.192 gr/cm3	51%
			MP+16%CHM y C	CS	A-1-b	5%	6.5%	2.209 gr/cm3	59.21%
Oluwaseun Adedapo Adetayo	Propiedades geotécnicas del suelo laterítico estabilizado con mazorca de maíz	2019	DESCRIPCION	SUCS		IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	SC		0%	15.80%	1.340 gr/cm3	11.1%
			MP+ 4% CM	SC		10%	16.70%	1.335 gr/cm3	18.05%
			MP+ 6% CM	SC		0%	18.10%	1.320 gr/cm3	24.64%
			MP+ 8% CM	SC		10%	19.10%	1301 gr/cm3	28.25%
			MP +10% CM	SC		0%	20.20%	1.284 gr/cm3	26.15%
Robert M. Brooks	Soil stabilization with Flyash and Corn Waste Ash – Improvements in Engineering Characteristics	2019	DESCRIPCION	SUCS		IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	SP		0%	7%	2.05 gr/cm3	5%
			MP +6% CV y CRM	SP		0%	10.0%	4.04% grcm3	12.00%
			MP +15% CV y CRM	SP		0%	11.0%	3%gr/cm3	10%
Aiswarya V, G Gopika, Manasa W M, Megha P B	Performance evaluation of subgrade soil stabilized using ma ngo dry leaves ash	2019	DESCRIPCION	SUCS		IP	OCH	MDS	CBR
			MUESTRA PATRON	SM		0%	14%	1.790 gr/cm3	11.16%
			MP + 8% CHSM	SM		0%	14.28%	1.770 gr/cm3	12.28%
			MP + 12% CHSM	SM		0%	17%	1.720 gr/cm3	21.96%
			MP + 16% CHSM	SM		0%	20%	1.680 gr/cm3	3.72%

ANEXO Nº 5

Análisis Estadístico de Contrastación de Hipótesis

Contrastación de hipótesis: para la C-03

Para esta investigación se ha realizado la prueba de normalidad con la finalidad de determinar el uso de la prueba estadística que se va a usar.

Hipótesis 01 ¿La adición de cenizas de eucalipto y maíz influye de manera positiva en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de la casa distrito de Cieneguilla, Lima -2022?

Prueba de normalidad de la variable: Propiedades físicas de la subrasante (IP)

1. Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H0) y Hipotisis Alterna (H1):

H0. Datos de la variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) tiene normalidad.

H1: La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) no tiene normalidad H0.

2. Nivel de significancia: α=0.05 (5%)

3. **Elección de la Prueba estadística:** si n>50 (Kolmogorov- Smirnov), si n=4, muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad[b]

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADICION_DE_CHE_y_M	,215	4	.	,946	4	,689

a. Corrección de la significación de Lilliefors.

b. IP_C03 es una constante y se ha desestimado.

4. Regla de decisión:

Si p ≤ a 0.05(se rechaza la hipótesis nula).

sí p > 0.05(se acepta la hipótesis nula).

Para nuestro caso el IP_C03 es una constante y se ha desestimado.

5. Conclusión: Los datos de la variable correspondiente a las propiedades físicas de la subrasante (Índice de plasticidad) no tiene normalidad y no presenta normalidad con un nivel de significancia del 5%.

Correlación "r" de Pearson y Spearman

1. Planteamiento del problema:

H_0: La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad). No están relacionada con la adición de CHE y M.

H_1: La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad). Si está relacionada con la adición de CHE y M.

2. Nivel de significancia: α=0.05 (5%)

3. Elección de la Prueba estadística: n=4 muestras (Correlación "r" de Pearson)

Correlaciones

		ADICION_DE_CHE_y_M	IP_C03
ADICION_DE_CHE_y_M	Correlación de Pearson	1	.[a]
	Sig. (bilateral)		.
	N	4	4
IP_C03	Correlación de Pearson	.[a]	.[a]
	Sig. (bilateral)	.	
	N	4	4

a. No se puede calcular porque al menos una variable es constante.

4. Regla de decisión:

Si p > 0.05 entonces se acepta H_0, caso contrario el H_1, para la correlación de Pearson y Spearman, no presenta correlación

5. Conclusiones:

No existe evidencia estadística correspondiente a las propiedades físicas de la variable subrasante (Índice de plasticidad). Siendo una correlación nula con adición de CHE y M

Hipótesis 2: ¿La adición de cenizas de eucalipto y maíz influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de la casa distrito de Cieneguilla, Lima -2022?

Prueba de normalidad de la variable: propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR)

1. **Planteamiento de hipótesis** :Nula (H_0) y Alterna (H_1):

H_0: Datos de la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS Y CBR) tiene normalidad.

H_1: La variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) no tiene normalidad.

2. **Nivel de significancia:**

α=0.05 (5%)

3. **Elección de la Prueba estadística:** si n>50 (Kolmogorov- Smirnov), si n<50 (Shapiro-Wilk), para este caso n=4 muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADICION_DE_CHE_y_M	,215	4	.	,946	4	,689
OCH_C03	,227	4	.	,950	4	,715
MDS_C03	,190	4	.	,968	4	,829
CBR_C03	,161	4	.	,998	4	,993

a. Corrección de la significación de Lilliefors

4. **Regla de decisión:**

p≤0.05 (se rechaza la hipótesis nula).

p > 0.05(se acepta la hipótesis nula).

Para OCH: 0.715>0.05; por lo tanto; se acepta la H_0.

Para MDS: 0.829>0.05; por lo tanto, se acepta la H_0.

Para CBR: 0.993>0.05; por lo tanto, se acepta la H_0.

5. Conclusión: Los datos de la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación "r" de Pearson:

1. **Planteamiento del problema:**

H_0: La variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) NO está relacionada con la adición de CHE y M.

H_1: La variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) SI está relacionada con la adición de CHE y M.

2. **Nivel de significancia: α=0.05 (5%)**
3. Elección de la Prueba estadística: n=4 muestras (Correlación "r" de Pearson).

Correlaciones

		ADICION_DE_CHE_y_M	OCH_C03	MDS_C03	CBR_C03
ADICION_DE_CHE_y_M	Correlación de Pearson	1	,932	-,971*	,971*
	Sig. (bilateral)		,068	,029	,029
	N	4	4	4	4
OCH_C03	Correlación de Pearson	,932	1	-,908	,834
	Sig. (bilateral)	,068		,092	,166
	N	4	4	4	4
MDS_C03	Correlación de Pearson	-,971*	-,908	1	-,975*
	Sig. (bilateral)	,029	,092		,025
	N	4	4	4	4
CBR_C03	Correlación de Pearson	,971*	,834	-,975*	1
	Sig. (bilateral)	,029	,166	,025	
	N	4	4	4	4

*. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

4. **Regla de decisión:**

p≤0.05 (se rechaza la hipótesis nula).

p > 0.05(se acepta la hipótesis nula).

Para OCH: 0.068>0.05; por lo tanto; se acepta la hipótesis nula H_0.

Para MDS: 0.029≤ 0.05; por lo tanto, se recha la hipótesis nula H_1.

Para CBR: 0.029≤ 0.05; por lo tanto, Se rechaza la hipótesis nula H_1.

5. **Conclusión:**

Conclusión para OCH: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) presenta una correlación muy alta con la adición CHE y M (r= 0.932).

Conclusión para MDS: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (MDS)presenta una correlación negativa muy alta con la adición de CHE y M (r= -0,971).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR) presenta una correlación muy alta con la adición de CHE y M (r= 0,971).

Hipótesis 03. ¿La adición de cenizas de eucalipto y maíz mejorara de manera significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de la casa distrito de Cieneguilla, Lima -2022?

Prueba de normalidad de la variable**:** Propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS Y CBR).

1. Planteamiento de hipótesis Nula (H_0) y Alterna (H_1):

H_0: Datos de la variable propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS Y CBR) tiene normalidad.

H_1: La variable propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS Y CBR) no tiene normalidad.

2. Nivel de significancia: α=0.05 (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: si n>50 (Kolmogorov- Smirnov), si n<50 (Shapiro-Wilk), para este caso n=4 muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad[b]

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADICION_DE_CHE_y_M	,215	4	.	,946	4	,689
OCH_C03	,227	4	.	,950	4	,715
MDS_C03	,190	4	.	,968	4	,829
CBR_C03	,161	4	.	,998	4	,993

a. Corrección de la significación de Lilliefors

b. IP_C03 es una constante y se ha desestimado.

4. Regla de decisión:

p≤0.05 (se rechaza la hipótesis nula).

p > 0.05(se acepta la hipótesis nula).

Para IP: no presenta prueba de normalidad

Para OCH: 0.715>0.05; por lo tanto; se acepta la hipótesis nula .

Para MDS: 0.829>0.05; por lo tanto; se acepta la hipótesis nula.

Para CBR: 0.993>0.05; por lo tanto; se acepta la hipótesis nula.

5. **Conclusión:** Los datos de la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación "r" de Pearson:

1. **Planteamiento del problema:**

H_0: La variable propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS y CBR) NO está relacionada con la adición de CHE y M.

H_1: La variable propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS y CBR) SI está relacionada con la adición de CHE y M.

2. **Nivel de significancia:** α=0.05 (5%)
3. **Elección de la Prueba estadística**: n=4 muestras (Correlación "r" de Pearson)

Correlaciones

		ADICION_DE_CHE_y_M	IP_C03	OCH_C03	MDS_C03	CBR_C03
ADICION_DE_CHE_y_M	Correlación de Pearson	1	.[a]	,932	-,971*	,971*
	Sig. (bilateral)		.	,068	,029	,029
	N	4	4	4	4	4
IP_C03	Correlación de Pearson	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]	.[a]
	Sig. (bilateral)	.		.	.	.
	N	4	4	4	4	4
OCH_C03	Correlación de Pearson	,932	.[a]	1	-,908	,834
	Sig. (bilateral)	,068	.		,092	,166
	N	4	4	4	4	4
MDS_C03	Correlación de Pearson	-,971*	.[a]	-,908	1	-,975*
	Sig. (bilateral)	,029	.	,092		,025
	N	4	4	4	4	4
CBR_C03	Correlación de Pearson	,971*	.[a]	,834	-,975*	1
	Sig. (bilateral)	,029	.	,166	,025	
	N	4	4	4	4	4

*. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

a. No se puede calcular porque al menos una variable es constante.

4. Regla de decisión:

p≤0.05 (se rechaza la hipótesis nula).

p > 0.05(se acepta la hipótesis nula).

Para IP: no presenta correlación, siendo nula

Para OCH: 0.068>0.05; por lo tanto; se acepta la hipótesis nula.

Para MDS: 0.029 ≤ 0.05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Para CBR: 0.029 ≤ 0.05; por lo tanto; se rechaza la hipótesis nula.

5. Conclusión:

Conclusión para IP: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades físicas de la subrasante (IP). No presenta correlación

Conclusión para OCH: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) Presenta una correlación muy alta con la adición de CHSM (r= 0.932).

Conclusión para MDS: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (MDS) presenta una correlación negativa muy alta con la adición de CHE y M (r= -0.971).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR) Presenta una correlación muy alta con la adición de CHE y M (r= 0.971).

Contrastación de hipótesis: para la C-04

Para esta investigación se ha realizado la prueba de normalidad con la finalidad de determinar el uso de la prueba estadística que se va a usar.

Hipótesis 01 ¿La adición de cenizas de eucalipto y maíz influye de manera positiva en las propiedades físicas de la subrasante en la Av. Felipe de la casa distrito de Cieneguilla, Lima -2022?

Prueba de normalidad de la variable: Propiedades físicas de la subrasante (IP)

1. Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula (H0) y Alterna (H1) H0:

Datos de la variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) tiene normalidad. H_1:

La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) no tiene normalidad H_0.

2. Nivel de significancia: α=0.05 (5%)

3. Elección de la Prueba estadística: si n>50 (Kolmogorov- Smirnov), si n=4, muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad[b]

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADICION_DE_CHE_y_M	,215	4	.	,946	4	,689

a. Corrección de la significación de Lilliefors

b. IP_C04 es una constante y se ha desestimado.

4. Regla de decisión:

Si p ≤ a 0.05(se rechaza la hipótesis nula).

Si p > 0.05(se acepta la hipótesis nula) para nuestro caso el IP_C04 es una constante y se ha desestimado

5. Conclusión: Los datos de la variable correspondiente a las propiedades físicas de la subrasante (Índice de plasticidad) no tiene normalidad y no presenta normalidad con un nivel de significancia del 5%

Correlación "r" de Pearson

1. Planteamiento del problema:

H_0: La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad).No está relacionada con la adición de CHE y M.

H_1: La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) SI está relacionada con la adición de CHE y M.

2. Nivel de significancia: α=0.05 (5%)

3. Elección de la Prueba estadística: n=4 muestras (Correlación "r" de Pearson)

Correlaciones

		ADICION_DE_CHE_y_M	IP_C04
ADICION_DE_CHE_y_M	Correlación de Pearson	1	.[a]
	Sig. (bilateral)		.
	N	4	4
IP_C04	Correlación de Pearson	.[a]	.[a]
	Sig. (bilateral)	.	
	N	4	4

a. No se puede calcular porque al menos una variable es constante.

4.Regla de decisión:

Si p > 0.05 entonces se acepta H_0, caso contrario el H_1, para la correlación de Pearson no presenta correlación el IP

5.Conclusiones: No existe evidencia estadística correspondiente a las propiedades físicas de la variable subrasante (Índice de plasticidad). Siendo una correlación nula con adición de CHE y M

Hipótesis 2: ¿La adición de cenizas de eucalipto y maíz influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de la casa distrito de Cieneguilla, Lima -2022?

Prueba de normalidad de la variable: propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR)

1. Planteamiento de hipótesis: Nula (H_0) y Alterna (H_1):

H_0: Datos de la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS Y CBR) tiene normalidad.

H_1: La variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) no tiene normalidad.

2. Nivel de significancia: α=0.05 (5%)

3. Elección de la Prueba estadística: si n>50 (Kolmogorov- Smirnov), si n<50 (Shapiro-Wilk), para este caso n=4 muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADICION_DE_CHE_y_M	,215	4	.	,946	4	,689
OCH_C04	,220	4	.	,957	4	,760
MDS_C04	,178	4	.	,979	4	,898
CBR_C04	,194	4	.	,990	4	,959

a. Corrección de la significación de Lilliefors

4. Regla de decisión:

p≤0.05 (se rechaza la hipótesis nula).

p > 0.05(se acepta la hipótesis nula).

Para OCH: 0.760>0.05; por lo tanto; se acepta la hipótesis nula H_0.

Para MDS: 0.898>0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula H_0.

Para CBR: 0.959>0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula H_0.

5. Conclusión: Los datos de la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

Correlación "r" de Pearson:

1. **Planteamiento del problema:**

H_0: La variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) NO está relacionada con la adición de CHE y M.

H_1: La variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) SI está relacionada con la adición de CHE y M.

2. **Nivel de significancia:** α=0.05 (5%)
3. **Elección de la Prueba estadística**: n=4 muestras (Correlación "r" de Pearson).

Correlaciones

		ADICION_DE_CHE_y_M	OCH_C04	MDS_C04	CBR_C04
ADICION_DE_CHE_y_M	Correlación de Pearson	1	,931	-,937	,974*
	Sig. (bilateral)		,069	,063	,026
	N	4	4	4	4
OCH_C04	Correlación de Pearson	,931	1	-,808	,830
	Sig. (bilateral)	,069		,192	,170
	N	4	4	4	4
MDS_C04	Correlación de Pearson	-,937	-,808	1	-,973*
	Sig. (bilateral)	,063	,192		,027
	N	4	4	4	4
CBR_C04	Correlación de Pearson	,974*	,830	-,973*	1
	Sig. (bilateral)	,026	,170	,027	
	N	4	4	4	4

*. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

4. Regla de decisión:

p≤0.05 (se rechaza la hipótesis nula).

p > 0.05(se acepta la hipótesis nula).

Para OCH: 0.069>0.05; por lo tanto; se acepta la hipótesis nula.

Para MDS: 0.063≤ 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Para CBR: 0.026≤ 0.05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

5. Conclusión:

Conclusión para OCH: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) presenta una correlación muy alta con la adición CHE y M (r= 0.931).

Conclusión para MDS: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (MDS)presenta una correlación negativa muy alta con la adición de CHE y M (r= -0,937).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR) presenta una correlación muy alta con la adición de CHE y M (r= 0,974).

Hipótesis 03. ¿La adición de cenizas de eucalipto y maíz mejorara de manera significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la Av. Felipe de la casa distrito de Cieneguilla, Lima -2022?

Prueba de normalidad de la variable: Propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS Y CBR).

1. **Planteamiento de hipótesis:** Nula (H_0) y Alterna (H_1):

H_0: Datos de la variable propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS Y CBR) tiene normalidad.

H_1: La variable propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS Y CBR) no tiene normalidad.

2. **Nivel de significancia:** α=0.05 (5%)
3. **Elección de la Prueba estadística:** si n>50 (Kolmogorov- Smirnov), si n<50 (Shapiro-Wilk), para este caso n=4 muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad[b]

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADICION_DE_CHE_y_M	,215	4	.	,946	4	,689
OCH_C04	,220	4	.	,957	4	,760
MDS_C04	,178	4	.	,979	4	,898
CBR_C04	,194	4	.	,990	4	,959

a. Corrección de la significación de Lilliefors

b. IP_C04 es una constante y se ha desestimado.

4. Regla de decisión:

p≤0.05 (se rechaza la hipótesis nula).

p > 0.05(se acepta la hipótesis nula).

Para IP: no presenta prueba de normalidad

Para OCH: 0.760>0.05; por lo tanto; se acepta la H_0.

Para MDS: 0.898>0.05; por lo tanto; se acepta la H_0.

Para CBR: 0.959>0.05; por lo tanto; se acepta la H_0.

5. Conclusión: Los datos de la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

ANEXO Nº 6

INFORME DE LABORATORIO

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-01
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m

GRANULOMETRÍA
NTP 339.128 (99)

MALLAS		RETENIDOS			PASA
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	(%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
11/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				100.0
1/4"	6.350	136.9	1.6	1.6	98.4
N° 4	4.760	305.7	3.6	5.2	94.8
N° 8	2.380	62.2	8.6	13.8	86.2
N° 10	2.000	25.0	3.5	17.3	82.7
N° 20	0.840	44.3	6.2	23.5	76.5
N° 40	0.426	57.0	7.9	31.4	68.6
N° 50	0.297	21.8	3.0	34.4	65.6
N° 80	0.177	68.7	9.6	44.0	56.0
N° 100	0.149	64.7	9.0	53.0	47.0
N° 200	0.074	104.4	14.5	67.5	32.5
- N° 200	-	233.6	32.5	100.0	-

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

Arena limosa. Con 5.2% de piedra chica, dura, textura poco rugosa, tamaño máx. de 3/8"; 62.3% de arena de grano fino a medio; fracción fina pasante la malla N°200 en un 32.5%, no plástico (LL= 19.4%, IP= NP); poco húmedo a húmedo, medianamente compacto a compacto.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	19.4
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	SM
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-2-4 (0)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	7.3 %

OBSERVACIONES:

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

		- PESO TOTAL	8512.0 g
- GRAVA	5.2 %	- PESO GRAVA, g	442.6 g
- ARENA	62.3 %	- PESO ARENA, g	8069.4 g
- FINOS	32.5 %	- ARENA EMPLEADA, g	681.8 g

CURVA GRANULOMÉTRICA

Referencia: ASTM D 6913 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

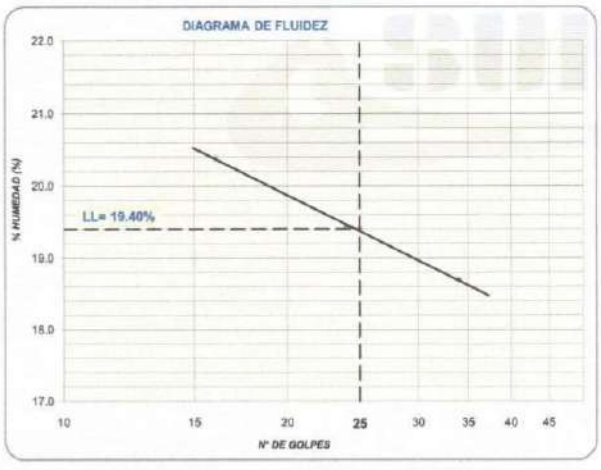
SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-01
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3			
CÁPSULA No.	15	10	14			
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	27.92	25.29	26.43			
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.88	23.34	24.49			
PESO AGUA, g	2.04	1.95	1.94			
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.87	13.31	14.11			
PESO SUELO SECO, g	10.01	10.03	10.38			
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	20.38	19.44	18.69			
NÚMERO DE GOLPES	16	24	34			



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	19.4
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-02
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m

GRANULOMETRÍA
NTP 339.128 (99)

MALLAS		RETENIDOS			PASA
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	(%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
11/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				100.0
3/8"	9.525	128.1	1.2	1.2	98.8
1/4"	6.350	413.9	3.9	5.1	94.9
N° 4	4.760	159.0	1.5	6.6	93.4
N° 8	2.380	38.3	5.8	12.4	87.6
N° 10	2.000	18.0	2.7	15.1	84.9
N° 20	0.840	47.0	7.1	22.2	77.8
N° 40	0.426	54.5	8.2	30.4	69.6
N° 50	0.297	15.0	2.3	32.7	67.3
N° 80	0.177	55.6	8.4	41.1	58.9
N° 100	0.149	88.2	13.3	54.4	45.6
N° 200	0.074	108.7	16.4	70.8	29.2
- N° 200	-	193.9	29.2	100.0	-

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

Arena limosa. Con 6.6% de piedra chica, dura, textura poco rugosa, tamaño máx. de 1/2"; 64.2% de arena de grano fino a medio; fracción fina pasante la malla N°200 en un 29.2%, no plástico (LL= 18.3%, IP= NP); poco húmedo.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	18.3
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	SM
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-2-4 (0)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	5.3 %

OBSERVACIONES:

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

		- PESO TOTAL	10621.0 g
- GRAVA	6.6 %	- PESO GRAVA, g	701.0 g
- ARENA	64.2 %	- PESO ARENA, g	9920.0 g
- FINOS	29.2 %	- ARENA EMPLEADA, g	619.7 g

CURVA GRANULOMÉTRICA

Referencia: ASTM D 6913 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

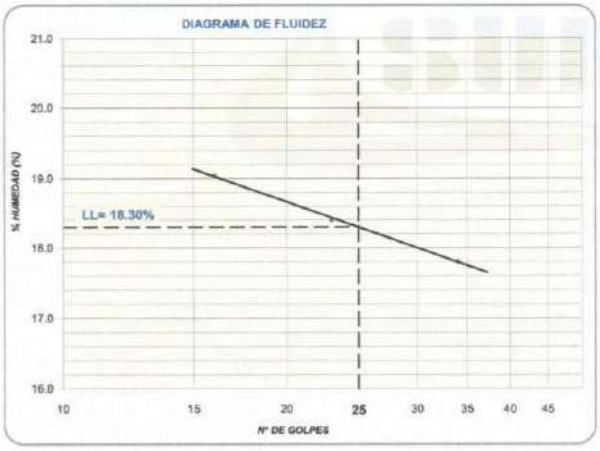
SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-02
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3			
CÁPSULA No.	5	21	16			
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	25.94	27.82	28.05			
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	23.83	25.65	25.76			
PESO AGUA, g	2.11	2.17	2.29			
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.75	13.86	12.90			
PESO SUELO SECO, g	11.08	11.79	12.86			
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	19.04	18.41	17.81			
NÚMERO DE GOLPES	16	23	34			



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	18.3
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-03
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m

GRANULOMETRÍA
NTP 339.128 (99)

MALLAS		RETENIDOS			PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
11/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				100.0
1/2"	12.700	847.5	5.3	5.3	94.7
3/8"	9.525	1006.3	6.3	11.6	88.4
1/4"	6.350	1165.4	7.3	18.9	81.1
N° 4	4.760	621.9	3.9	22.8	77.2
N° 8	2.380	109.5	12.2	35.0	65.0
N° 10	2.000	59.1	6.6	41.6	58.4
N° 20	0.840	119.1	13.2	54.8	45.2
N° 40	0.426	99.9	11.1	65.9	34.1
N° 50	0.297	36.5	4.1	70.0	30.0
N° 80	0.177	54.0	6.0	76.0	24.0
N° 100	0.149	63.1	7.0	83.0	17.0
N° 200	0.074	119.1	13.2	96.2	3.8
- N° 200	-	34.0	3.8	100.0	-

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

Grava arcillosa bien gradada. Con 62.7% de piedra mediana a chica, dura, textura poco rugosa, tamaño máx. de 3"; 30.4% de arena de grano fino a grueso; poco material fino pasante la malla N°200 en un 6.9%, medianamente plastico (LL= 26.1%, IP= 6.9%); húmedo, medianamente compacto a compacto.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	SP
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-1-b (0)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	2.1 %

OBSERVACIONES:

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

		- PESO TOTAL	15954.0 g
- GRAVA	22.8 %	- PESO GRAVA, g	3637.5 g
- ARENA	73.4 %	- PESO ARENA, g	12316.5 g
- FINOS	3.8 %	- ARENA EMPLEADA, g	695.1 g

CURVA GRANULOMÉTRICA

Referencia: ASTM D 6913 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

Geotecnia e Ingeniería SAC

ENSAYOS DE MATERIALES

NTP 339.129 (99)

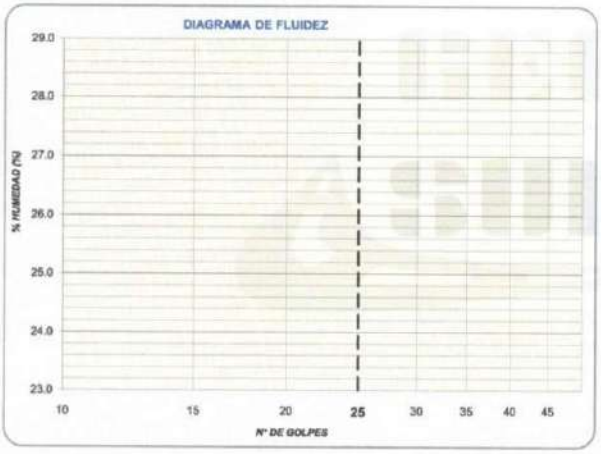
SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-03
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g		NO PLÁSTICO				
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	-.-
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-04
MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50m

GRANULOMETRÍA
NTP 339.128 (99)

MALLAS		RETENIDOS			PASA
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	(%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
11/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				100.0
1/4"	6.350	584.3	4.5	4.5	95.5
N° 4	4.760	270.7	2.1	6.6	93.4
N° 8	2.380	47.4	6.3	12.9	87.1
N° 10	2.000	21.2	2.8	15.7	84.3
N° 20	0.840	39.8	5.3	21.0	79.0
N° 40	0.426	94.1	12.5	33.5	66.5
N° 50	0.297	29.3	3.9	37.4	62.6
N° 80	0.177	99.9	13.3	50.7	49.3
N° 100	0.149	70.0	9.3	60.0	40.0
N° 200	0.074	86.4	11.5	71.5	28.5
- N° 200	-	214.1	28.5	100.0	-

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

Arena limosa. Con 6.6% de piedra chica, dura, textura poco rugosa, tamaño máx. de 3/8"; 64.9% de arena de grano fino a medio; fracción fina pasante la malla N°200 en un 28.5%, no plástico (LL= 19.5%, IP= NP); poco húmedo a húmedo, medianamente compacto a compacto.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	19.5
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	SM
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-2-4 (0)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	8.1 %

OBSERVACIONES:

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

		- PESO TOTAL	12954.0 g
- GRAVA	6.6 %	- PESO GRAVA, g	855.0 g
- ARENA	64.9 %	- PESO ARENA, g	12099.0 g
- FINOS	28.5 %	- ARENA EMPLEADA, g	702.4 g

CURVA GRANULOMÉTRICA

Referencia: ASTM D 6913 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

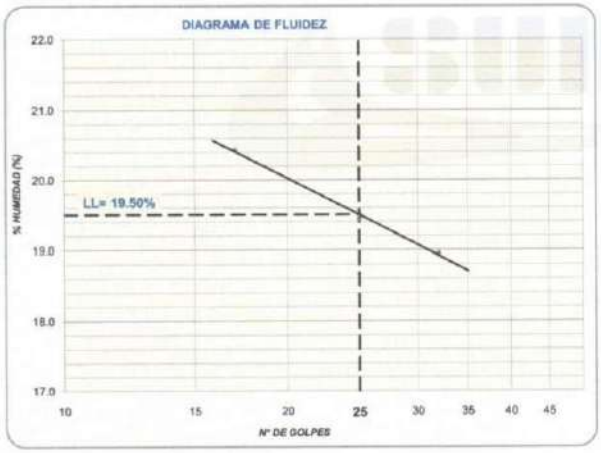
SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-04
MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50m

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3		1	2
CÁPSULA No.	5	23	10			
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	27.37	27.58	25.30			
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	24.89	25.26	23.39			
PESO AGUA, g	2.48	2.32	1.91			
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.75	13.33	13.31			
PESO SUELO SECO, g	12.14	11.93	10.08			
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	20.43	19.45	18.95			
NÚMERO DE GOLPES	17	25	32			



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	19.5
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

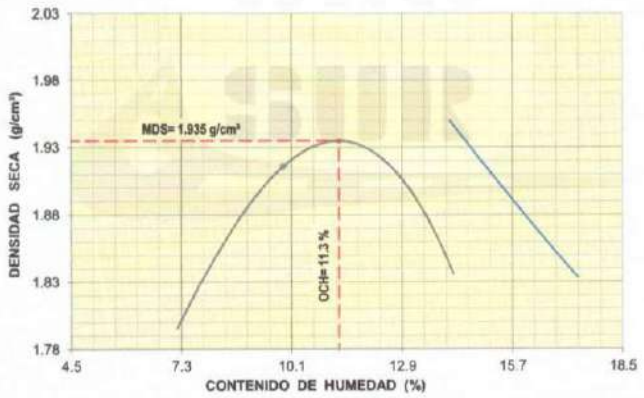
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m) :** 0.00 - 1.50m

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3864.0		3989.0		4040.0		3992.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1859.0		1984.0		2035.0		1987.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.973		2.106		2.160		2.109	
06 - Tarro N°	1	5	16	32	8	54	34	3
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	820.6	762	751.9	761.3	751.2	760.0	768.3	784.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	774.7	721.8	702.6	710.8	693.4	700.8	697.8	710.9
09 - Peso del agua (g)	45.9	40.2	49.3	50.5	57.8	59.2	70.5	73.2
10 - Peso del tarro (g)	192.4	206.2	204.6	205.4	206.8	199.4	193.2	186.7
11 - Peso suelo seco (g)	582.3	515.6	498.0	505.4	486.6	501.4	504.6	522.2
12 - Contenido de Humedad (%)	7.88	7.80	9.90	9.99	11.88	11.81	13.97	14.02
13 - Promedio de Humedad (%)	7.8		9.9		11.8		14.0	
	1.830		1.916		1.932		1.850	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.935 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.3 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUI...
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	1		2		3	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9522.0	9563.0	9423.0	9474.0	8852.0	8913.0
PESO DEL MOLDE,g	4991.0	4991.0	5079.0	5079.0	4879.0	4879.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4531.0	4572.0	4344.0	4395.0	3973.0	4034.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2104.0	2104.0	2102.0	2102.0	2121.0	2121.0
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.935	2.173	2.067	2.091	1.873	1.902
DENSIDAD SECA	1.739	1.935	1.857	1.857	1.683	1.683
TARA N°	10 / 14		9 / 18		31 / 8	
TARA + SUELO HÚMEDO	978.8	1118.5	890.9	1102.1	943.9	1039.4
TARA + SUELO SECO	898.5	1017.7	821.1	1001.1	868.3	944.3
PESO DEL AGUA	80.3	100.8	69.8	101.0	75.6	95.1
PESO DE LA TARA	189.6	204.9	203.9	199.4	200.1	206.8
PESO DEL SUELO SECO	708.9	812.8	617.2	801.7	668.2	737.5
% DE HUMEDAD	11.33	12.40	11.31	12.60	11.31	12.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	11.3	12.3	11.3	12.6	11.3	13.0

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	1	2	3
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11727.0	11507.0	11180.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4572.0	4395.0	4034.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4531.0	4344.0	3973.0
Peso del agua absorbida, g	41.0	51.0	61.0
Peso del suelo seco, g	4071.0	3903.0	3569.6
Absorción de agua, %	1.0	1.3	1.7

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		89.3	89.3	4.6	77.3	77.3	4.0	41.6	41.6	2.1
1.270	0.050		168.7	168.7	8.7	134.5	134.5	7.0	75.5	75.5	3.9
1.905	0.075		243.3	243.3	12.6	192.2	192.2	9.9	121.6	121.6	6.3
2.540	0.100	70.3	302.9	302.9	15.7	252.1	252.1	13.0	162.0	162.0	8.4
3.810	0.150		433.1	433.1	22.4	349.8	349.8	18.1	237.8	237.8	12.3
5.080	0.200	105.5	545.9	545.9	28.2	445.7	445.7	23.0	309.2	309.2	16.0
6.350	0.250		664.4	664.4	34.3	536.0	536.0	27.7	370.7	370.7	19.2
7.620	0.300		766.2	766.2	39.6	608.1	608.1	31.4	421.0	421.0	21.8
10.160	0.400		917.0	917.0	47.4	699.3	699.3	36.1	503.5	503.5	26.0
12.700	0.500		1018.8	1018.8	52.6	751.9	751.9	38.8	554.1	554.1	28.6

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

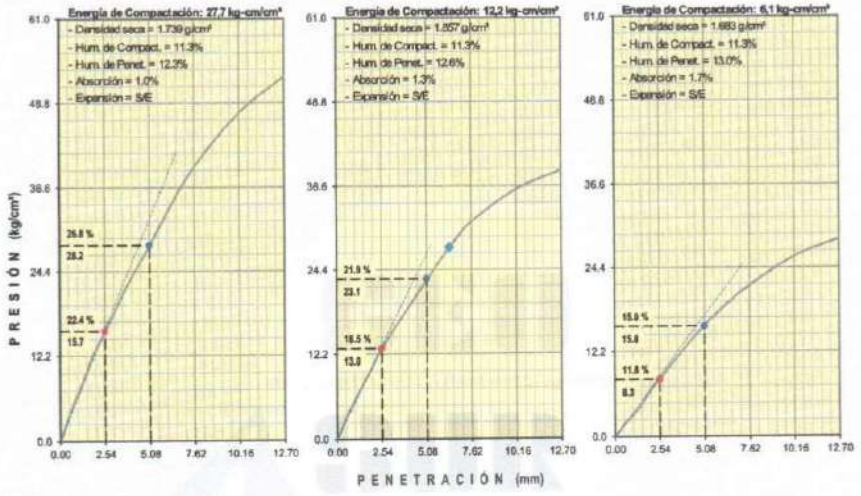
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

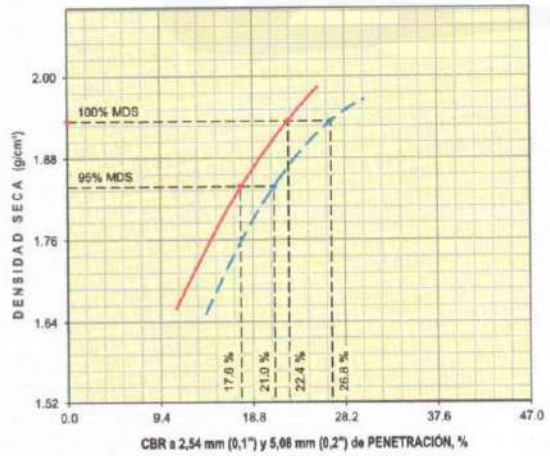
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.935
- Óptimo Cont. de Humedad, %	11.3

CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	22.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	17.6
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	26.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	21.0

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUIS.
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

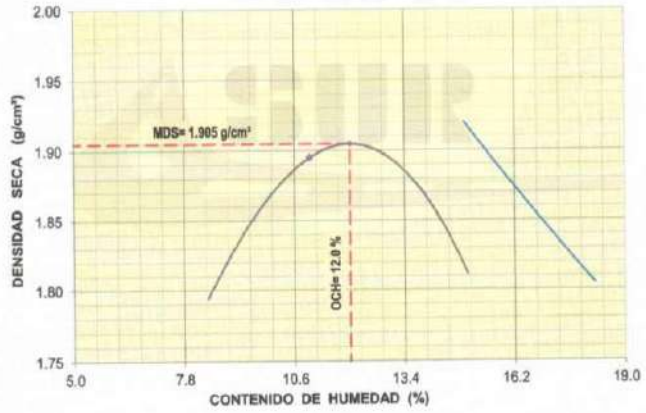
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m) :** 0.00 - 1.50m

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3880.0		3987.0		4022.0		3978.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1875.0		1982.0		2017.0		1973.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.990		2.104		2.141		2.094	
06 - Tarro N°	4	6	11	9	7	13	17	21
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	790.6	805.8	763.2	782.0	811.9	753.1	775.6	829.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	742.2	754.5	706.3	724.9	739.6	689.4	700.8	747.1
09 - Peso del agua (g)	48.4	51.3	56.9	57.1	72.3	63.7	74.8	82.7
10 - Peso del tarro (g)	206.9	184.0	187.4	203.9	188.4	203.1	184.8	200.0
11 - Peso suelo seco (g)	535.3	570.5	518.9	521.0	551.2	486.3	516.0	547.1
12 - Contenido de Humedad (%)	9.04	8.99	10.97	10.96	13.12	13.10	14.50	15.12
13 - Promedio de Humedad (%)	9.0		11.0		13.1		14.8	
	1.826		1.895		1.893		1.824	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.905 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.0 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	4		5		6	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9525.0	9557.0	9267.0	9306.0	8720.0	8760.5
PESO DEL MOLDE,g	5006.0	5006.0	4910.0	4910.0	4935.5	4935.5
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4519.0	4551.0	4357.0	4396.0	3784.5	3825.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2118.0	2118.0	2127.0	2127.0	2039.0	2039.0
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.134	2.149	2.048	2.067	1.856	1.876
DENSIDAD SECA	1.905	1.905	1.829	1.829	1.657	1.657
TARA N°	13	7	15	25	39	3
TARA + SUELO HÚMEDO	641.6	651.7	656.3	687.8	781.3	940.7
TARA + SUELO SECO	594.7	599.1	607.2	631.1	719.5	853.0
PESO DEL AGUA	46.9	52.6	49.1	56.7	61.8	87.7
PESO DE LA TARA	203.1	188.4	197.6	195.1	205.9	188.7
PESO DEL SUELO SECO	391.6	410.7	409.6	436.0	513.6	664.3
% DE HUMEDAD	11.98	12.80	11.99	13.00	12.03	13.20
% PROMEDIO DE HUMEDAD	12.0	12.8	12.0	13.0	12.0	13.2

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	MOLDE N° 4 DIAL pulg	MOLDE N° 4 EXPANSIÓN mm	MOLDE N° 4 EXPANSIÓN %	MOLDE N° 5 DIAL pulg	MOLDE N° 5 EXPANSIÓN mm	MOLDE N° 5 EXPANSIÓN %	MOLDE N° 6 DIAL pulg	MOLDE N° 6 EXPANSIÓN mm	MOLDE N° 6 EXPANSIÓN %
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	4	5	6
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11706.0	11508.0	10971.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4551.0	4396.0	3825.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4519.0	4357.0	3784.5
Peso del agua absorbida, g	32.0	39.0	40.5
Peso del suelo seco, g	4034.8	3890.2	3379.0
Absorción de agua, %	0.8	1.0	1.2

PENETRACION

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		54.0	54.0	2.8	53.7	53.7	2.8	34.0	34.0	1.8
1.270	0.050		147.3	147.3	7.6	114.8	114.8	5.9	68.4	68.4	3.5
1.905	0.075		199.3	199.3	10.3	166.6	166.6	8.6	103.6	103.6	5.4
2.540	0.100	70.3	257.7	257.7	13.3	209.6	209.6	10.8	136.3	136.3	7.0
3.810	0.150		361.0	361.0	18.7	290.8	290.8	15.0	195.9	195.9	10.1
5.080	0.200	105.5	456.2	456.2	23.6	365.9	365.9	18.9	246.3	246.3	12.7
6.350	0.250		526.1	526.1	27.2	426.1	426.1	22.0	297.0	297.0	15.3
7.620	0.300		585.9	585.9	30.3	477.6	477.6	24.7	336.8	336.8	17.4
10.160	0.400		669.0	669.0	34.6	550.8	550.8	28.5	390.0	390.0	20.2
12.700	0.500		716.8	716.8	37.0	596.5	596.5	30.8	418.0	418.0	21.6

OBSERVACUIONES. ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

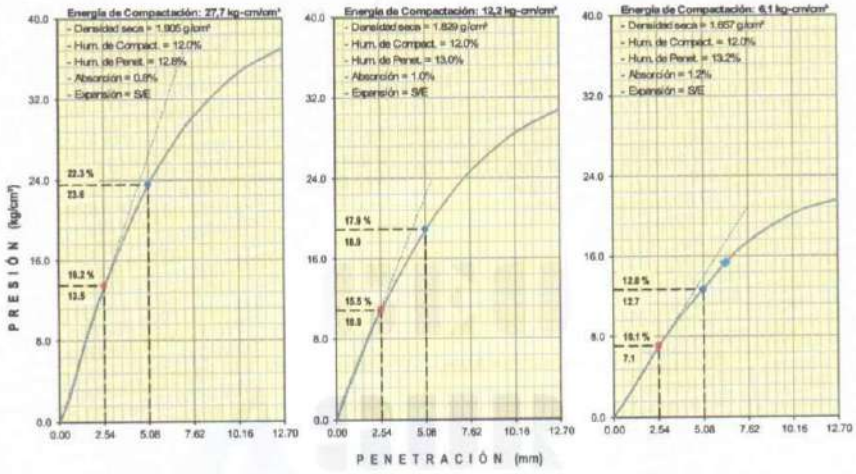
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

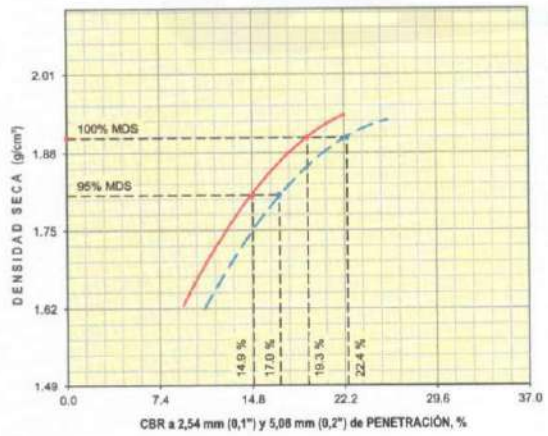
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.905
- Óptimo Cont. de Humedad, %	12.0

CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	19.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	14.9
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	22.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	17.0

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

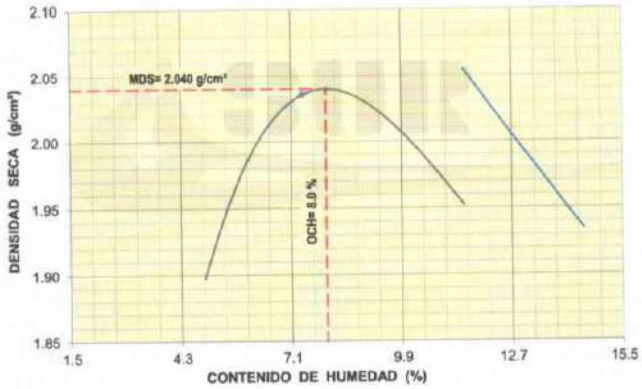
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3945.0		4065.0		4068.0		4059.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1940.0		2060.0		2063.0		2054.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	2.059		2.187		2.211		2.180	
06 - Tarro N°	2	10	14	26	19	30	28	31
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	787.5	774.7	813.2	759.0	819.4	830.1	761.9	812.6
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	756.2	744.4	771.5	720.2	765.0	776.5	704.7	750.1
09 - Peso del agua (g)	31.3	30.3	41.7	38.8	54.4	53.6	57.2	62.5
10 - Peso del tarro (g)	190.5	169.6	204.9	193.2	187.9	205.2	197.3	200.1
11 - Peso suelo seco (g)	565.7	554.8	566.6	527.0	577.1	571.3	507.4	550.0
12 - Contenido de Humedad (%)	5.53	5.46	7.36	7.36	9.43	9.38	11.27	11.36
13 - Promedio de Humedad (%)	5.5		7.4		9.4		11.3	
	1.952		2.036		2.021		1.959	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.040 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.0 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	7		8		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9551.0	9586.0	9142.0	9192.0	9516.0	9573.0
PESO DEL MOLDE,g	4832.0	4832.0	4195.0	4195.0	5154.0	5154.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4719.0	4754.0	4947.0	4997.0	4362.0	4419.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2075.0	2075.0	2212.0	2212.0	2085.1	2085.1
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm³	2.274	2.291	2.236	2.259	2.092	2.119
DENSIDAD SECA	2.040	2.106	1.979	2.071	1.836	1.937
TARA N°	22	17	30	28	27	4
TARA + SUELO HÚMEDO	671.8	836.4	735.8	847.0	715.7	713.5
TARA + SUELO SECO	635.9	783.7	697.0	792.8	677.5	670.0
PESO DEL AGUA	35.9	52.7	38.8	54.2	38.2	43.5
PESO DE LA TARA	189.4	184.8	205.2	197.3	198.0	206.9
PESO DEL SUELO SECO	446.5	598.9	491.8	595.5	479.5	463.1
% DE HUMEDAD	8.04	8.80	7.89	9.10	7.97	9.40
% PROMEDIO DE HUMEDAD	8.0	8.8	8.0	9.1	8.0	9.4

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	7	8	9
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11909.0	12109.0	11565.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4754.0	4997.0	4419.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4719.0	4947.0	4362.0
Peso del agua absorbida, g	35.0	50.0	57.0
Peso del suelo seco, g	4369.4	4581.0	4038.9
Absorción de agua, %	0.8	1.1	1.4

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg	PRESION PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		88.1	88.1	4.6	97.7	97.7	5.0	56.6	56.6	2.9
1.270	0.050		218.3	218.3	11.3	183.0	183.0	9.5	132.9	132.9	6.9
1.905	0.075		305.3	305.3	15.8	274.8	274.8	14.2	195.7	195.7	10.1
2.540	0.100	70.3	418.6	418.6	21.6	352.0	352.0	18.2	257.6	257.6	13.3
3.810	0.150		570.2	570.2	29.5	482.2	482.2	24.9	364.1	364.1	18.8
5.080	0.200	105.5	725.3	725.3	37.5	617.1	617.1	31.9	453.6	453.6	23.4
6.350	0.250		858.6	858.6	44.4	710.3	710.3	36.7	537.2	537.2	27.8
7.620	0.300		967.5	967.5	50.0	773.9	773.9	40.0	610.1	610.1	31.5
10.160	0.400		1099.6	1099.6	56.8	861.6	861.6	44.5	710.6	710.6	36.7
12.700	0.500		1177.3	1177.3	60.8	907.1	907.1	46.9	754.1	754.1	39.0

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

ING. DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

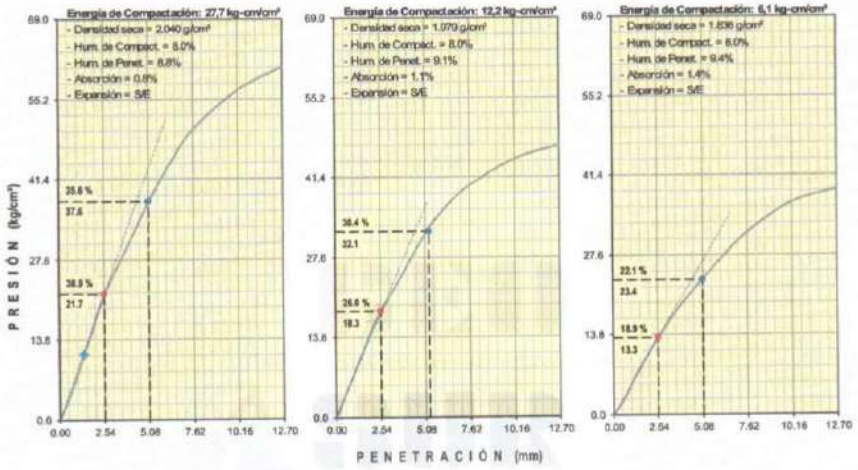
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

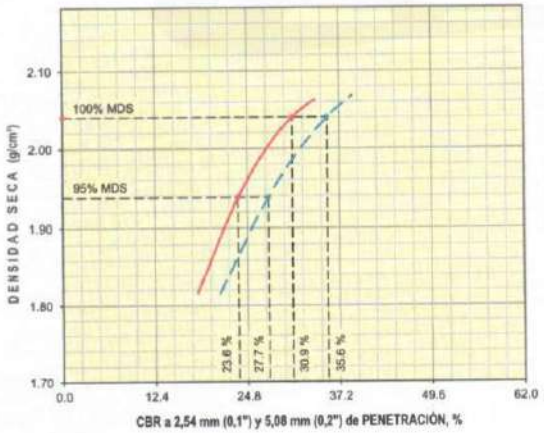
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"B"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	2.040
- Óptimo Cont. de Humedad, %	8.0

CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	30.9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	23.6
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	35.6
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	27.7

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUIS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

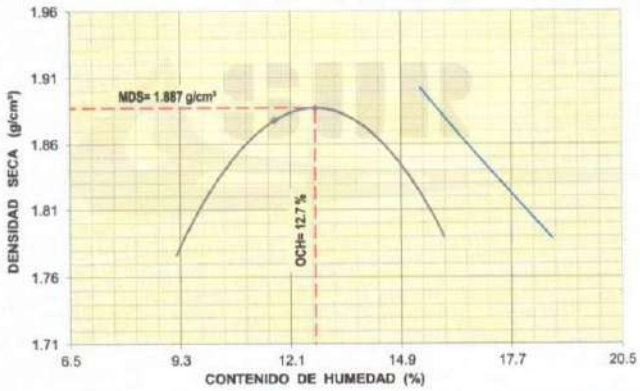
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3879.0		3981.0		4017.0		3970.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1874.0		1976.0		2012.0		1965.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.989		2.098		2.136		2.086	
06 - Tarro N°	27	36	47	35	41	18	20	39
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	853.3	796.9	769.9	855.7	801.1	773.0	822.6	833.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	794.7	742.6	709.4	786.1	727.8	703.3	738.0	747.8
09 - Peso del agua (g)	58.6	54.3	60.5	69.6	73.3	69.7	84.6	85.5
10 - Peso del tarro (g)	198.0	191.9	193.2	189.8	193.9	199.4	203.1	205.9
11 - Peso suelo seco (g)	596.7	550.7	516.2	596.3	533.9	503.9	534.9	541.9
12 - Contenido de Humedad (%)	9.82	9.86	11.72	11.67	13.73	13.83	15.82	15.78
13 - Promedio de Humedad (%)	9.8		11.7		13.8		15.8	
	1.811		1.878		1.877		1.801	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.887 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.7 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m

MOLDE N°	10		11		12	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9379.0	9426.0	9438.0	9494.0	8902.0	8964.0
PESO DEL MOLDE,g	4984.0	4984.0	5096.0	5096.0	5095.0	5095.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4395.0	4442.0	4340.0	4398.0	3807.0	3869.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2065.0	2065.0	2125.0	2125.0	2058.0	2058.0
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.128	2.151	2.042	2.070	1.850	1.880
DENSIDAD SECA	1.887	1.887	1.812	1.812	1.640	1.640
TARA N°	1	9	6	26	40	5
TARA + SUELO HUMEDO	598.0	927.9	751.6	917.7	788.8	778.1
TARA + SUELO SECO	552.0	839.0	687.6	827.6	720.6	705.2
PESO DEL AGUA	46.0	88.9	64.0	90.1	68.2	72.9
PESO DE LA TARA	192.4	203.9	184.0	193.2	186.7	206.2
PESO DEL SUELO SECO	359.6	635.1	503.6	634.4	533.9	499.0
% DE HUMEDAD	12.79	14.00	12.71	14.20	12.77	14.60
% PROMEDIO DE HUMEDAD	12.8	14.0	12.7	14.2	12.8	14.6

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			pulg	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	10	11	12
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11597.0	11510.0	11015.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4442.0	4398.0	3869.0
Peso suelo hùm. sin embeber, g	4395.0	4340.0	3807.0
Peso del agua absorbida, g	47.0	58.0	62.0
Peso del suelo seco, g	3896.3	3850.9	3375.0
Absorción de agua, %	1.2	1.5	1.8

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg	kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		69.3	69.3	3.6	55.4	55.4	2.9	32.2	32.2	1.7
1.270	0.050		154.8	154.8	8.0	109.7	109.7	5.7	55.4	55.4	2.9
1.905	0.075		212.8	212.8	11.0	158.9	158.9	8.2	81.5	81.5	4.2
2.540	0.100	70.3	280.1	280.1	14.5	205.9	205.9	10.6	104.7	104.7	5.4
3.810	0.150		393.1	393.1	20.3	288.9	288.9	14.9	154.0	154.0	8.0
5.080	0.200	105.5	489.1	489.1	25.3	363.5	363.5	18.8	197.3	197.3	10.2
6.350	0.250		568.6	568.6	29.4	427.4	427.4	22.1	240.6	240.6	12.4
7.620	0.300		636.7	636.7	32.9	476.6	476.6	24.6	278.8	278.8	14.4
10.160	0.400		743.7	743.7	38.4	561.7	561.7	29.0	339.2	339.2	17.5
12.700	0.500		818.0	818.0	42.3	615.6	615.6	31.8	377.4	377.4	19.5

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

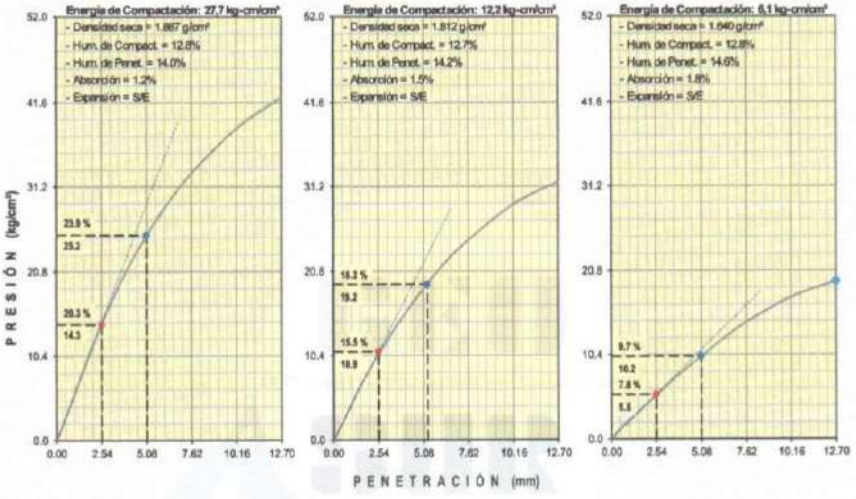
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

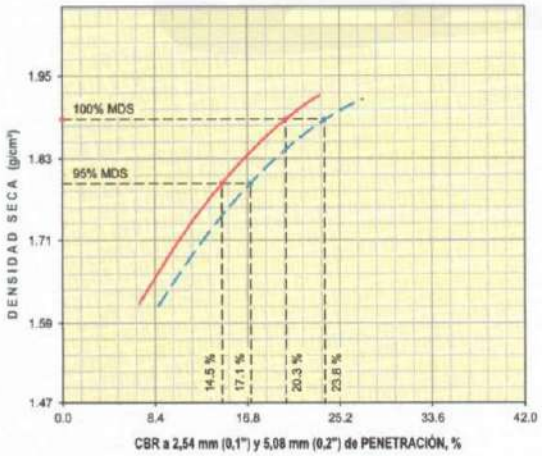
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.887
- Óptimo Cont. de Humedad, %	12.7
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	20.3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	14.5
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	23.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	17.1

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

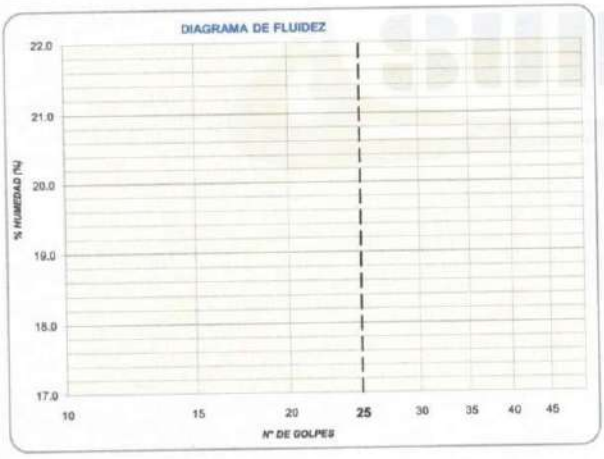
REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA

FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-03
MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50m Ceniza: 1.0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g	NO PLÁSTICO					
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	-.-
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

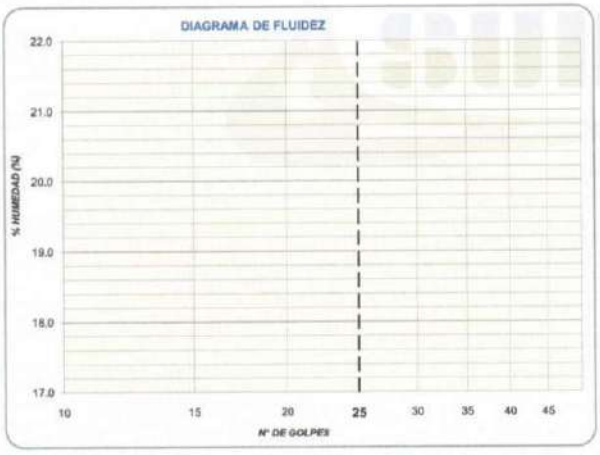
SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-03
MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50m Ceniza: 3.0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g		NO PLÁSTICO				
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	-.-
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

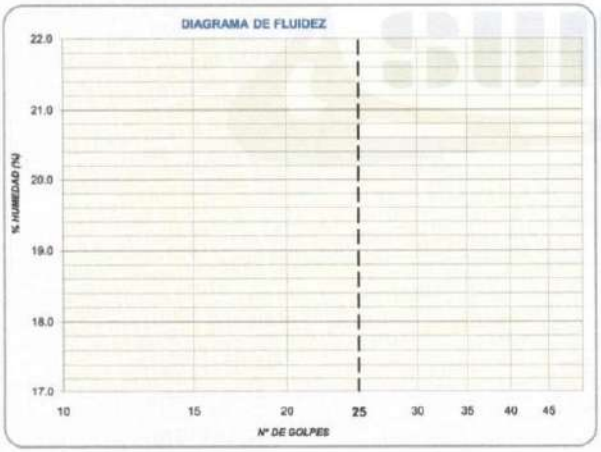
SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-03
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m **Ceniza:** 6.0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g		NO PLÁSTICO				
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	-.-
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

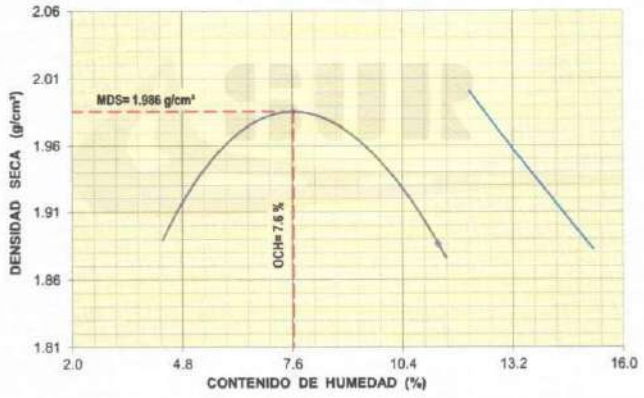
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 1.0 %

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3904.0		4006.0		4028.0		3983.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1899.0		2001.0		2023.0		1978.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	2.016		2.124		2.148		2.100	
06 - Tarro N°	3	17	25	16	39	35	51	36
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	887	866	920.5	912.6	939.5	869.8	907.3	931.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	854.6	833.9	872.1	866.0	878.2	811.8	836.0	856.3
09 - Peso del agua (g)	32.4	32.1	48.4	46.6	61.3	58.0	71.3	74.7
10 - Peso del tarro (g)	188.7	184.8	195.1	204.6	205.9	189.8	207.9	191.9
11 - Peso suelo seco (g)	665.9	649.1	677.0	661.4	672.3	622.0	628.1	664.4
12 - Contenido de Humedad (%)	4.87	4.95	7.15	7.05	9.12	9.33	11.35	11.24
13 - Promedio de Humedad (%)	4.9		7.1		9.2		11.3	
	1.922		1.983		1.967		1.887	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.986 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.6 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIA:
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 1.0 %

MOLDE N°	7		8		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9267.0	9304.0	8780.0	8827.0	9164.0	9212.0
PESO DEL MOLDE,g	4832.0	4832.0	4195.0	4195.0	5154.0	5154.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4435.0	4472.0	4585.0	4632.0	4010.0	4058.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2075.0	2075.0	2212.0	2212.0	2085.1	2085.1
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.137	2.155	2.073	2.094	1.923	1.946
DENSIDAD SECA	1.964	1.985	1.925	1.925	1.787	1.787
TARA N°	26 / 47		54 / 34		12 / 53	
TARA + SUELO HÚMEDO	919.2 / 962.2		882.6 / 951.1		904.3 / 986.7	
TARA + SUELO SECO	867.4 / 901.3		833.8 / 891.1		853.5 / 922.9	
PESO DEL AGUA	51.8 / 60.9		48.8 / 60.0		50.8 / 63.8	
PESO DE LA TARA	193.2 / 193.2		199.4 / 193.2		188.8 / 205.5	
PESO DEL SUELO SECO	674.2 / 708.1		634.4 / 697.9		664.7 / 717.4	
% DE HUMEDAD	7.68 / 8.60		7.69 / 8.60		7.64 / 8.90	
% PROMEDIO DE HUMEDAD	7.7	8.6	7.7	8.8	7.6	8.9

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	7	8	9
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11627.0	11744.0	11204.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4472.0	4632.0	4058.0
Peso suelo hùm. sin embeber, g	4435.0	4585.0	4010.0
Peso del agua absorbida, g	37.0	47.0	48.0
Peso del suelo seco, g	4117.9	4257.2	3726.8
Absorción de agua, %	0.9	1.1	1.3

PENETRACION

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		113.8	113.8	5.9	105.4	105.4	5.4	77.9	77.9	4.0
1.270	0.050		225.6	225.6	11.7	207.0	207.0	10.7	160.1	160.1	8.3
1.905	0.075		362.0	362.0	18.7	313.9	313.9	16.2	244.8	244.8	12.6
2.540	0.100	70.3	483.2	483.2	25.0	426.4	426.4	22.0	339.9	339.9	17.6
3.810	0.150		666.9	666.9	34.5	591.2	591.2	30.5	486.0	486.0	25.1
5.080	0.200	105.5	798.5	798.5	41.3	718.3	718.3	37.1	602.3	602.3	31.1
6.350	0.250		900.1	900.1	46.5	801.4	801.4	41.4	672.0	672.0	34.7
7.620	0.300		982.9	982.9	50.8	863.3	863.3	44.6	719.4	719.4	37.2
10.160	0.400		1096.8	1096.8	56.7	940.5	940.5	48.6	781.3	781.3	40.4
12.700	0.500		1170.0	1170.0	60.4	990.1	990.1	51.2	813.4	813.4	42.0

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

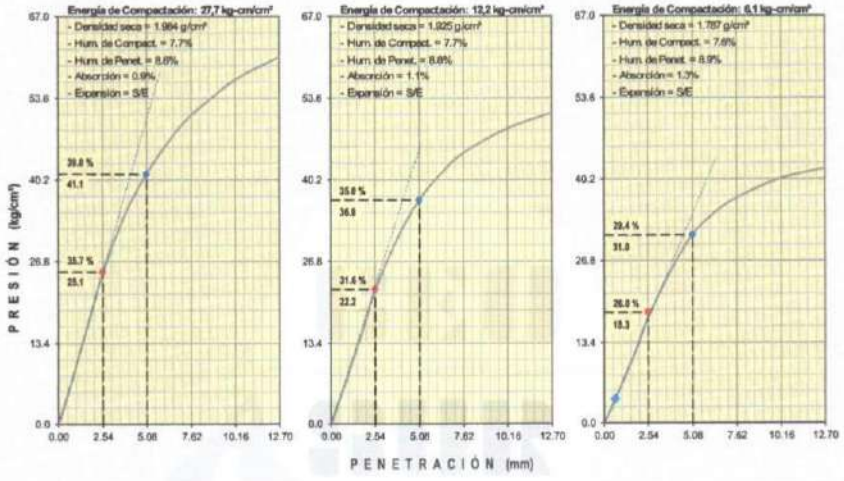
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

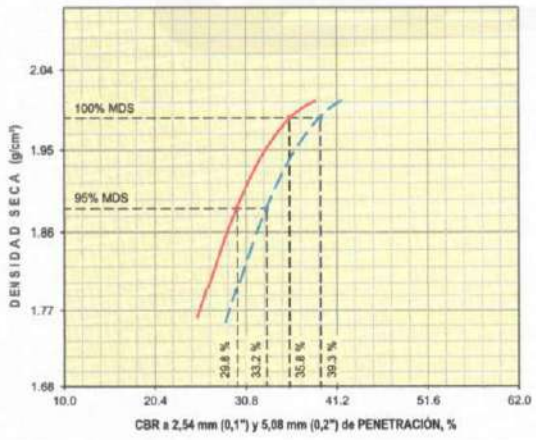
REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIA:
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m

Ceniza : 1.0 %





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"B"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.986
- Óptimo Cont. de Humedad, %	7.6

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	35.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	29.8
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	39.3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	33.2

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

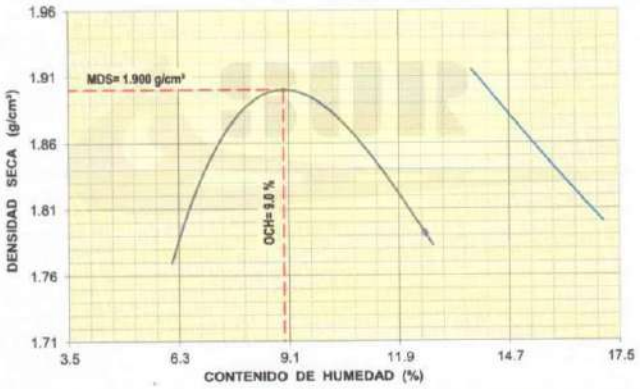
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m
Ceniza : 3.0 %

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3837.0		3948.0		3955.0		3905.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1832.0		1943.0		1950.0		1900.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.945		2.063		2.070		2.017	
06 - Tarro N°	18	9	6	24	49	38	14	19
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	897.1	911.9	889.2	923.4	913.8	880.3	944.1	882.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	852.8	867.7	832.9	866.2	845.0	813.2	861.7	804.7
09 - Peso del agua (g)	44.3	44.2	56.3	57.2	68.8	67.1	82.4	77.6
10 - Peso del tarro (g)	199.4	203.9	184.0	200.8	191.9	186.8	204.9	187.9
11 - Peso suelo seco (g)	653.4	663.8	648.9	665.4	653.1	626.4	656.8	616.8
12 - Contenido de Humedad (%)	6.78	6.66	8.68	8.60	10.53	10.71	12.55	12.58
13 - Promedio de Humedad (%)	6.7		8.6		10.6		12.6	
	1.823		1.900		1.872		1.791	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.900 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.0 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza : 3.0 %**

MOLDE N°	7		8		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		26		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9129.0	9172.0	8638.0	8691.0	9040.0	9090.0
PESO DEL MOLDE,g	4832.0	4832.0	4195.0	4195.0	5154.0	5154.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4297.0	4340.0	4443.0	4496.0	3886.0	3936.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2075.0	2075.0	2212.0	2212.0	2085.1	2085.1
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm³	2.071	2.092	2.009	2.033	1.864	1.888
DENSIDAD SECA	1.898	1.898	1.845	1.844	1.710	1.710
TARA N°	27	29	32	35	40	39
TARA + SUELO HÚMEDO	929.8	1016.5	932.8	997.5	889.1	960.4
TARA + SUELO SECO	869.0	942.0	873.4	922.1	831.0	889.3
PESO DEL AGUA	60.8	74.5	59.4	75.4	58.1	71.1
PESO DE LA TARA	198.0	204.3	205.4	189.8	186.7	205.9
PESO DEL SUELO SECO	671.0	737.7	668.0	732.3	644.3	683.4
% DE HUMEDAD	9.06	10.10	8.89	10.30	9.02	10.40
% PROMEDIO DE HUMEDAD	9.1	10.2	8.9	10.2	9.0	10.4

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			pulg	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	7	8	9
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11495.0	11608.0	11082.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4340.0	4496.0	3936.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4297.0	4443.0	3886.0
Peso del agua absorbida, g	43.0	53.0	50.0
Peso del suelo seco, g	3938.6	4079.9	3565.1
Absorción de agua, %	1.1	1.3	1.4

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA	PRESIÓN	DIAL	CARGA	PRESIÓN	DIAL	CARGA	PRESIÓN
mm	pulg	kg/cm²		kg	kg/cm²		kg	kg/cm²		kg	kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		127.0	127.0	6.6	116.7	116.7	6.1	104.6	104.6	5.4
1.270	0.050		242.6	242.6	12.5	228.3	228.3	11.8	200.2	200.2	10.3
1.905	0.075		400.9	400.9	20.7	360.6	360.6	18.6	296.9	296.9	15.3
2.540	0.100	70.3	533.8	533.8	27.6	477.1	477.1	24.6	389.4	389.4	20.1
3.810	0.150		731.8	731.8	37.8	645.9	645.9	33.4	535.5	535.5	27.7
5.080	0.200	105.5	886.6	886.6	45.8	786.5	786.5	40.6	646.7	646.7	33.4
6.350	0.250		998.8	998.8	51.6	878.9	878.9	45.4	720.9	720.9	37.2
7.620	0.300		1089.8	1089.8	56.3	951.5	951.5	49.2	785.1	785.1	40.6
10.160	0.400		1217.0	1217.0	62.9	1060.7	1060.7	54.8	863.9	863.9	44.6
12.700	0.500		1303.6	1303.6	67.3	1125.0	1125.0	58.1	914.3	914.3	47.2

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P.N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

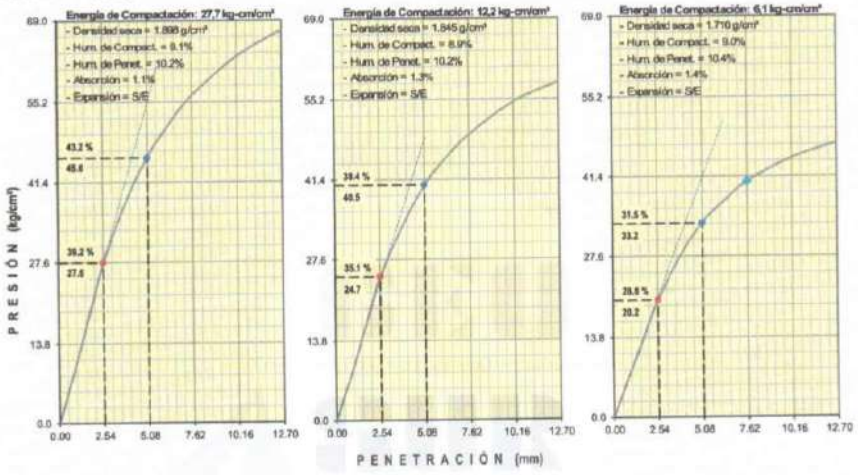
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

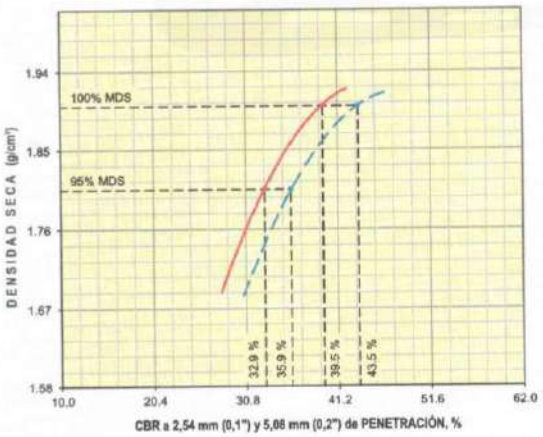
REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m

Ceniza : 3.0 %





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"B"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.900
- Óptimo Cont. de Humedad, %	9.0
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	39.5
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	32.9
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	43.5
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	35.9

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUISP
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117
V°B° ING°

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

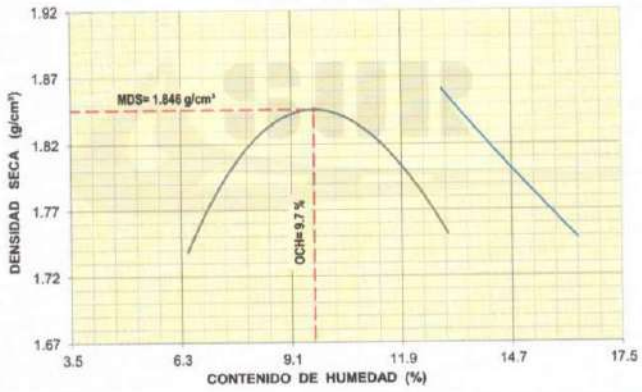
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m Ceniza : 6.0 %

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3797.0		3898.0		3919.0		3878.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1792.0		1893.0		1914.0		1873.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.902		2.010		2.032		1.988	
06 - Tarro N°	5	14	21	17	6	13	27	31
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	903.9	912.9	905.2	907.4	905.9	896.6	937.2	894.5
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	857.4	866.6	846.2	847.6	834.9	828.1	852.3	815.8
09 - Peso del agua (g)	46.5	46.3	59.0	59.8	71.0	68.5	84.9	78.7
10 - Peso del tarro (g)	206.2	204.9	200.0	184.8	184.0	203.1	198.0	200.1
11 - Peso suelo seco (g)	651.2	661.7	646.2	662.8	650.9	625.0	654.3	615.7
12 - Contenido de Humedad (%)	7.14	7.00	9.13	9.02	10.91	10.96	12.98	12.78
13 - Promedio de Humedad (%)	7.1		9.1		10.9		12.9	
	1.776		1.842		1.832		1.761	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"B"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.846 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.7 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 6.0 %

MOLDE N°	19		20		21	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		24		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9434.0	9469.0	9213.0	9254.0	8763.0	8809.0
PESO DEL MOLDE,g	5127.0	5127.0	5145.0	5145.0	4923.0	4923.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4307.0	4342.0	4068.0	4109.0	3840.0	3886.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2127.0	2127.0	2072.0	2072.0	2108.0	2108.0
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.025	2.041	1.963	1.983	1.822	1.843
DENSIDAD SECA	1.846	1.846	1.791	1.791	1.661	1.661
TARA N°	35	39	43	47	51	18
TARA + SUELO HUMEDO	912.1	1035.1	896.3	1178.9	922.7	961.5
TARA + SUELO SECO	848.1	903.3	834.0	891.3	859.7	925.9
PESO DEL AGUA	64.0	131.8	62.3	287.6	63.0	35.6
PESO DE LA TARA	189.8	205.9	184.3	193.2	207.9	199.4
PESO DEL SUELO SECO	658.3	697.4	649.7	698.1	651.8	726.5
% DE HUMEDAD	9.72	18.90	9.59	41.20	9.67	4.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	9.7	10.6	9.6	10.7	9.7	11.0

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	MOLDE N° 19 DIAL pulg	MOLDE N° 19 EXPANSIÓN mm	MOLDE N° 19 EXPANSIÓN %	MOLDE N° 20 DIAL pulg	MOLDE N° 20 EXPANSIÓN mm	MOLDE N° 20 EXPANSIÓN %	MOLDE N° 21 DIAL pulg	MOLDE N° 21 EXPANSIÓN mm	MOLDE N° 21 EXPANSIÓN %
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	19	20	21
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11497.0	11221.0	11032.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4342.0	4109.0	3886.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4307.0	4068.0	3840.0
Peso del agua absorbida, g	35.0	41.0	46.0
Peso del suelo seco, g	3926.2	3711.7	3500.5
Absorción de agua, %	0.9	1.1	1.3

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		164.2	164.2	8.5	155.9	155.9	8.1	120.5	120.5	6.2
1.270	0.050		298.3	298.3	15.4	302.7	302.7	15.6	235.1	235.1	12.1
1.905	0.075		456.6	456.6	23.6	434.9	434.9	22.5	355.6	355.6	18.4
2.540	0.100	70.3	626.7	626.7	32.4	570.0	570.0	29.4	476.7	476.7	24.6
3.810	0.150		848.8	848.8	43.9	757.4	757.4	39.1	665.5	665.5	34.4
5.080	0.200	105.5	1001.8	1001.8	51.8	916.5	916.5	47.4	800.9	800.9	41.4
6.350	0.250		1127.1	1127.1	58.2	1046.1	1046.1	54.0	906.8	906.8	46.8
7.620	0.300		1225.4	1225.4	63.3	1137.3	1137.3	58.8	979.6	979.6	50.6
10.160	0.400		1365.6	1365.6	70.6	1265.1	1265.1	65.4	1068.3	1068.3	55.2
12.700	0.500		1470.8	1470.8	76.0	1329.4	1329.4	68.7	1118.7	1118.7	57.8

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

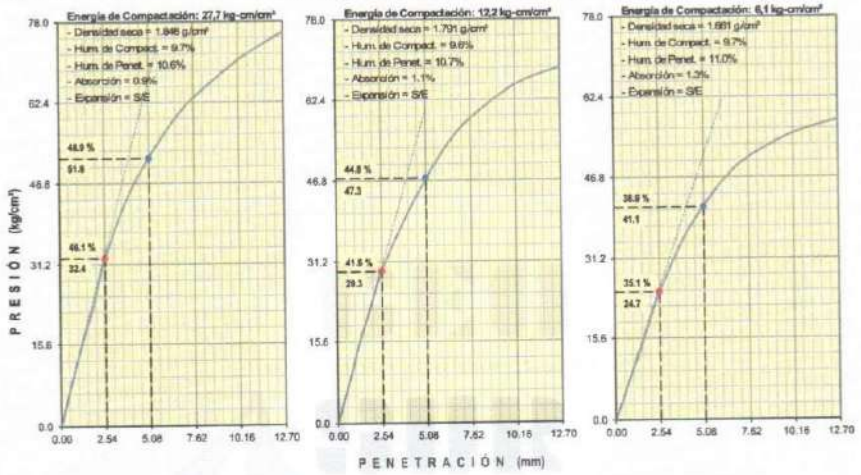
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

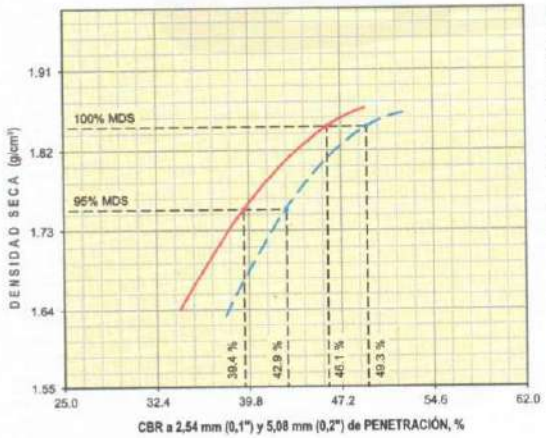
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-03
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 6.0 %





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"B"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.846
- Óptimo Cont. de Humedad, %	9.7
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	46.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	39.4
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	49.3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	42.9

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

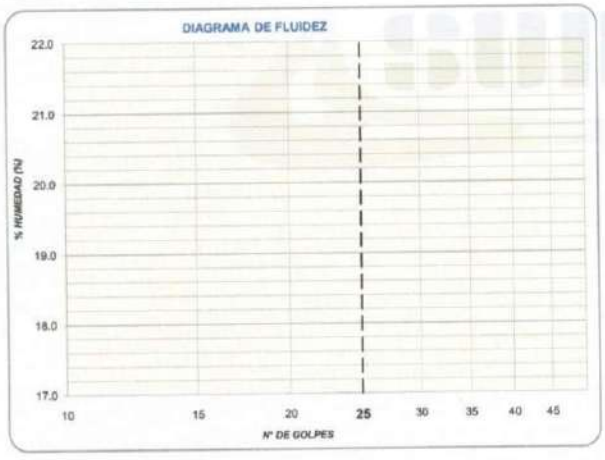
REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA

FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-04
MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50m Ceniza: 1.0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g		NO PLÁSTICO				
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	-.-
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

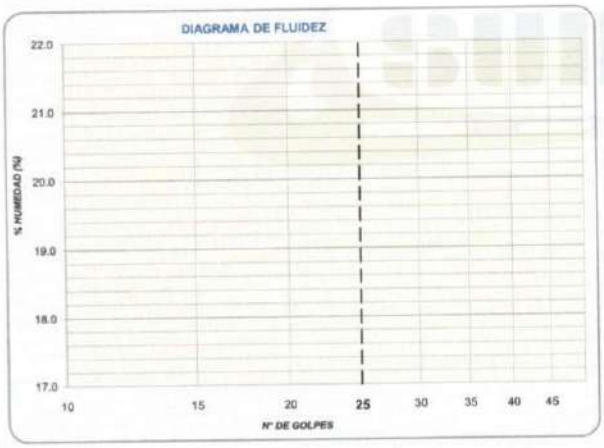
SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-04
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m **Ceniza:** 3.0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g		NO PLÁSTICO				
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	-.-
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ EN AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
SONDAJE : C-04
MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50m Ceniza: 6.0%

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g		NO PLÁSTICO				
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	-.-
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
-Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m):** 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 1.0 %

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3879.0		3981.0		4017.0		3970.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1874.0		1976.0		2012.0		1965.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.989		2.098		2.136		2.086	
06 - Tarro N°	38	43	47	22	42	49	5	8
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	884.5	892.3	898.4	912.0	909.0	885.4	945.4	901.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	822.0	829.3	824.4	836.4	821.7	801.1	844.6	806.4
09 - Peso del agua (g)	62.5	63.0	74.0	75.6	87.3	84.3	100.8	94.8
10 - Peso del tarro (g)	186.8	184.3	193.2	189.4	187.1	191.9	206.2	206.8
11 - Peso suelo seco (g)	635.2	645.0	631.2	647.0	634.6	609.2	638.4	599.6
12 - Contenido de Humedad (%)	9.84	9.77	11.72	11.69	13.76	13.84	15.79	15.81
13 - Promedio de Humedad (%)	9.8		11.7		13.8		15.8	
	1.811		1.878		1.877		1.801	

RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.806 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.3 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 1.0 %

MOLDE N°	17		18		19	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		13	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9261.0	9299.0	9158.0	9206.0	8881.0	8938.0
PESO DEL MOLDE,g	5017.0	5017.0	5009.0	5009.0	5127.0	5127.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4244.0	4282.0	4149.0	4197.0	3754.0	3811.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2092.0	2092.0	2131.0	2131.0	2127.0	2127.0
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm³	2.029	2.047	1.947	1.969	1.765	1.792
DENSIDAD SECA	1.806	1.774	1.733	1.752	1.571	1.546
TARA N°	32 / 41		21 / 29		48 / 45	
TARA + SUELO HÚMEDO	935.2	1046.9	929.5	1030.1	915.4	1008.4
TARA + SUELO SECO	854.9	933.1	849.1	939.0	837.0	898.1
PESO DEL AGUA	80.3	113.8	80.4	91.1	78.4	110.3
PESO DE LA TARA	205.4	193.9	200.0	204.3	200.1	204.5
PESO DEL SUELO SECO	649.5	739.2	649.1	734.7	636.9	693.6
% DE HUMEDAD	12.36	15.40	12.39	12.40	12.31	15.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	12.3	15.4	12.3	12.4	12.3	15.9

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	17	18	19
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11437.0	11309.0	10957.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4282.0	4197.0	3811.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4244.0	4149.0	3754.0
Peso del agua absorbida, g	38.0	48.0	57.0
Peso del suelo seco, g	3777.8	3693.3	3341.6
Absorción de agua, %	1.0	1.3	1.7

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		73.3	73.3	3.8	68.5	68.5	3.5	51.3	51.3	2.7
1.270	0.050		170.9	170.9	8.8	135.9	135.9	7.0	114.7	114.7	5.9
1.905	0.075		253.0	253.0	13.1	208.2	208.2	10.8	168.1	168.1	8.7
2.540	0.100	70.3	350.6	350.6	18.1	293.4	293.4	15.2	225.5	225.5	11.6
3.810	0.150		483.7	483.7	25.0	409.7	409.7	21.2	320.1	320.1	16.5
5.080	0.200	105.5	589.8	589.8	30.5	504.4	504.4	26.1	408.6	408.6	21.1
6.350	0.250		662.2	662.2	34.2	568.3	568.3	29.4	462.0	462.0	23.9
7.620	0.300		722.2	722.2	37.3	619.6	619.6	32.0	502.2	502.2	25.9
10.160	0.400		824.2	824.2	42.6	688.5	688.5	35.6	557.6	557.6	28.8
12.700	0.500		878.4	878.4	45.4	726.3	726.3	37.5	598.9	598.9	30.9

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

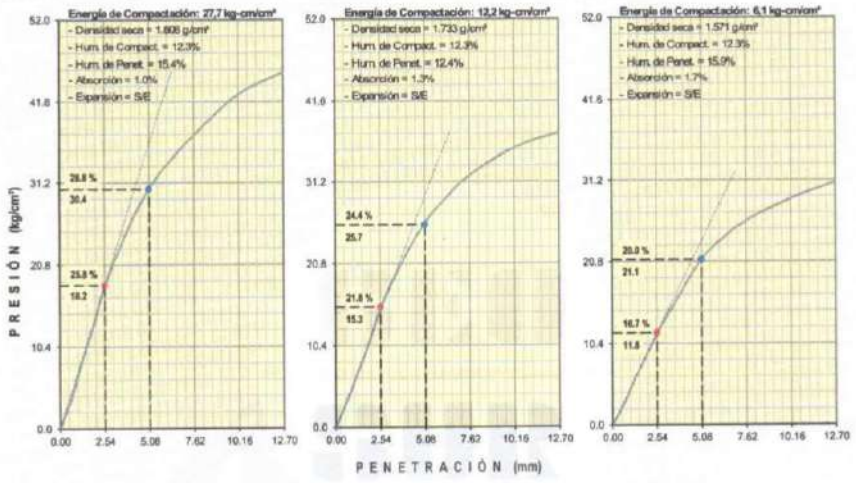
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

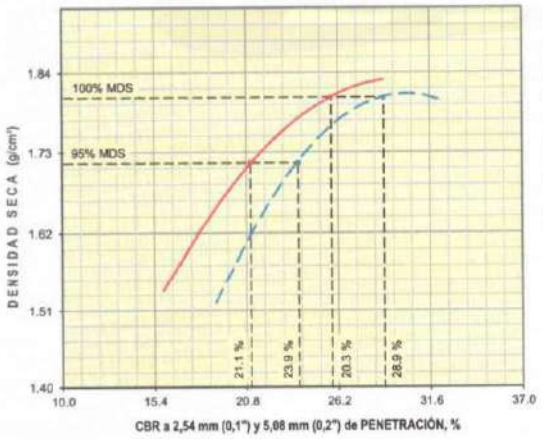
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 1.0 %





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.806
- Óptimo Cont. de Humedad, %	12.3

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	25.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	21.1
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	28.9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	25.3

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117
VºBº ING°

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

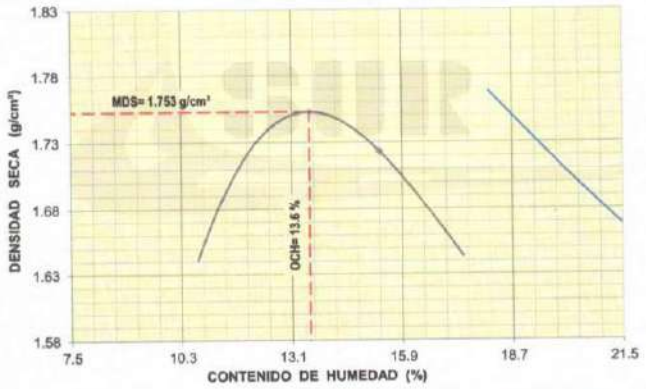
ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m
Ceniza : 3.0 %

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3773.0		3874.0		3877.0		3830.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1768.0		1869.0		1872.0		1825.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.877		1.984		1.987		1.937	
06 - Tarro N°	2	16	7	21	44	48	1	12
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	881.6	902.1	925.7	915.2	883.5	892.7	910.0	871.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	811.1	831.4	839.5	831.1	791.7	800.8	804.5	770.6
09 - Peso del agua (g)	70.5	70.7	86.2	84.1	91.8	91.9	105.5	100.5
10 - Peso del tarro (g)	190.5	204.6	188.4	200.0	195.3	200.1	192.4	188.8
11 - Peso suelo seco (g)	620.6	626.8	651.1	631.1	596.4	600.7	612.1	581.8
12 - Contenido de Humedad (%)	11.36	11.28	13.24	13.33	15.39	15.30	17.24	17.27
13 - Promedio de Humedad (%)	11.3		13.3		15.3		17.3	
	1.686		1.751		1.723		1.651	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.753 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.6 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 3.0 %

MOLDE N°	10		11		12	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	9094.0	9137.0	9155.0	9205.0	8659.0	8709.0
PESO DEL MOLDE,g	4984.0	4984.0	5096.0	5096.0	5095.0	5095.0
PESO DEL SUELO HUMEDO, g	4110.0	4153.0	4059.0	4109.0	3564.0	3614.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2065.0	2065.0	2125.0	2125.0	2058.0	2058.0
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.990	2.011	1.910	1.934	1.732	1.756
DENSIDAD SECA	1.752	1.752	1.683	1.683	1.526	1.526
TARA N°	36 / 42		45 / 37		51 / 53	
TARA + SUELO HUMEDO	914.2	991.9	916.5	988.4	922.7	1047.5
TARA + SUELO SECO	827.9	884.5	831.8	901.8	837.5	932.0
PESO DEL AGUA	86.3	107.4	84.7	86.6	85.2	115.5
PESO DE LA TARA	191.9	187.1	204.5	203.7	207.9	205.5
PESO DEL SUELO SECO	636.0	697.4	627.3	698.1	629.6	726.5
% DE HUMEDAD	13.57	15.40	13.50	12.40	13.53	15.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	13.6	14.8	13.5	14.9	13.5	15.1

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	MOLDE N° 10 DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	MOLDE N° 11 DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %	MOLDE N° 12 DIAL pulg	EXPANSIÓN mm	EXPANSIÓN %
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	10	11	12
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11308.0	11221.0	10760.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4153.0	4109.0	3614.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4110.0	4059.0	3564.0
Peso del agua absorbida, g	43.0	50.0	50.0
Peso del suelo seco, g	3618.0	3576.2	3140.1
Absorción de agua, %	1.2	1.4	1.6

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN pulg	PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²	MOLDE N° 1 DIAL	MOLDE N° 1 CARGA kg	MOLDE N° 1 PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		101.5	101.5	5.2	82.1	82.1	4.2	68.1	68.1	3.5
1.270	0.050		193.9	193.9	10.0	160.0	160.0	8.3	129.4	129.4	6.7
1.905	0.075		287.5	287.5	14.9	242.7	242.7	12.5	187.9	187.9	9.7
2.540	0.100	70.3	392.4	392.4	20.3	334.2	334.2	17.3	256.8	256.8	13.3
3.810	0.150		549.6	549.6	28.4	478.7	478.7	24.7	374.4	374.4	19.3
5.080	0.200	105.5	676.5	676.5	35.0	584.9	584.9	30.2	466.1	466.1	24.1
6.350	0.250		756.3	756.3	39.1	660.3	660.3	34.1	529.9	529.9	27.4
7.620	0.300		818.4	818.4	42.3	713.6	713.6	36.9	572.3	572.3	29.6
10.160	0.400		903.6	903.6	46.7	793.0	793.0	41.0	630.8	630.8	32.6
12.700	0.500		946.4	946.4	48.9	841.3	841.3	43.5	665.8	665.8	34.4

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Geotecnia e Ingeniería SAC
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

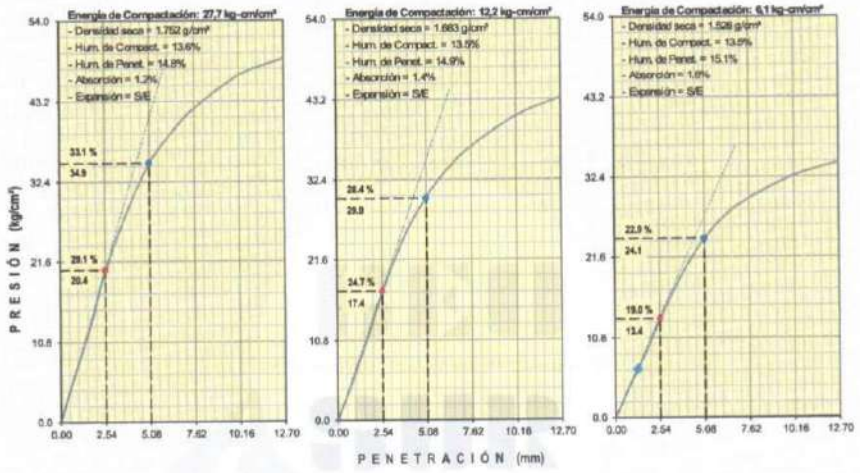
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

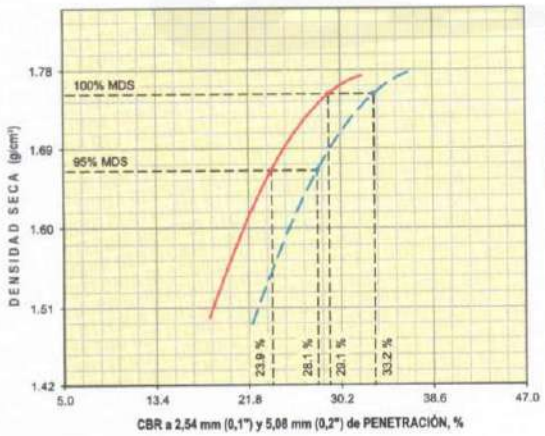
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 3.0 %





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.753
- Óptimo Cont. de Humedad, %	13.6
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	29.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	23.9
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	33.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	28.1

OBSERVACIONES:

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

VºBº ING°

Av. Central N°624 Villa el Salvador – Lima – Lima, Celular: 941868499- e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)

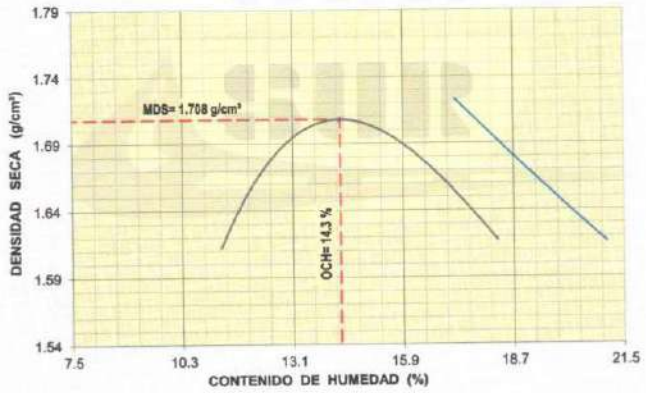
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO : 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 6.0 %

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3743.0		3839.0		3847.0		3812.0	
02 - Peso del Molde (g)	2005.0		2005.0		2005.0		2005.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1738.0		1834.0		1842.0		1807.0	
04 - Volumen del Molde (cm³)	942.0		942.0		942.0		942.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.845		1.947		1.955		1.918	
06 - Tarro N°	7	15	20	16	8	24	28	32
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	886.1	905.6	908.3	927.2	928.7	894.3	936.5	899.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	811.9	830.6	821.3	838.3	828.4	797.5	823.3	793.4
09 - Peso del agua (g)	74.2	75.0	87.0	88.9	100.3	96.8	113.2	106.4
10 - Peso del tarro (g)	188.4	197.6	203.1	204.8	206.8	200.8	197.3	205.4
11 - Peso suelo seco (g)	623.5	633.0	618.2	633.7	621.6	596.7	626.0	588.0
12 - Contenido de Humedad (%)	11.90	11.85	14.07	14.03	16.14	16.22	18.08	18.10
13 - Promedio de Humedad (%)	11.9		14.1		16.2		18.1	
	1.649		1.706		1.682		1.624	



RESULTADOS DE ENSAYO	
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.708 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.3 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m
Ceniza : 6.0 %

MOLDE N°	1		2		3	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9099.0	9142.0	9019.0	9068.0	8482.0	8532.0
PESO DEL MOLDE,g	4991.0	4991.0	5079.0	5079.0	4879.0	4879.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4108.0	4151.0	3940.0	3989.0	3603.0	3653.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2104.0	2104.0	2102.0	2102.0	2121.0	2121.0
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm³	1.952	1.973	1.874	1.898	1.699	1.722
DENSIDAD SECA	1.708	1.708	1.640	1.640	1.486	1.486
TARA N°	36	40	44	48	52	19
TARA + SUELO HÚMEDO	923.7	1038.7	922.7	1047.4	899.2	980.0
TARA + SUELO SECO	832.0	924.4	831.9	932.4	811.3	871.3
PESO DEL AGUA	91.7	114.3	90.8	115.0	87.9	108.7
PESO DE LA TARA	191.9	186.7	195.3	200.1	196.8	187.9
PESO DEL SUELO SECO	640.1	737.7	636.6	732.3	614.5	683.4
% DE HUMEDAD	14.33	15.50	14.26	15.70	14.30	15.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	14.3	15.5	14.3	15.7	14.3	15.9

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			pulg	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%
15/09/2022	01:15 p. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2022	01:15 p. m.	4	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	S/E

ABSORCIÓN

MOLDE N°	1	2	3
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11306.0	11101.0	10799.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4151.0	3989.0	3653.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4108.0	3940.0	3603.0
Peso del agua absorbida, g	43.0	49.0	50.0
Peso del suelo seco, g	3594.1	3447.1	3152.2
Absorción de agua, %	1.2	1.4	1.6

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA	PRESIÓN	DIAL	CARGA	PRESIÓN	DIAL	CARGA	PRESIÓN
mm	pulg	kg/cm²		kg	kg/cm²		kg	kg/cm²		kg	kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		114.3	114.3	5.9	114.3	114.3	5.9	83.9	83.9	4.3
1.270	0.050		252.4	252.4	13.0	222.8	222.8	11.5	178.6	178.6	9.2
1.905	0.075		365.7	365.7	18.9	325.1	325.1	16.8	281.6	281.6	14.5
2.540	0.100	70.3	500.4	500.4	25.9	442.9	442.9	22.9	371.1	371.1	19.2
3.810	0.150		675.5	675.5	34.9	613.6	613.6	31.7	515.7	515.7	26.6
5.080	0.200	105.5	820.5	820.5	42.4	727.8	727.8	37.6	624.9	624.9	32.3
6.350	0.250		932.6	932.6	48.2	812.6	812.6	42.0	688.6	688.6	35.6
7.620	0.300		1018.7	1018.7	52.6	877.2	877.2	45.3	746.9	746.9	38.6
10.160	0.400		1130.7	1130.7	58.4	961.5	961.5	49.7	821.2	821.2	42.4
12.700	0.500		1200.1	1200.1	62.0	1015.9	1015.9	52.5	856.2	856.2	44.2

OBSERVACUIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

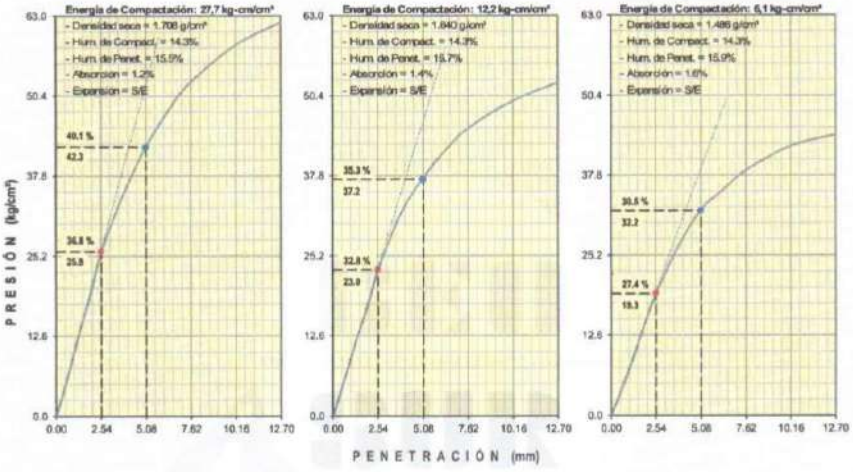
ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

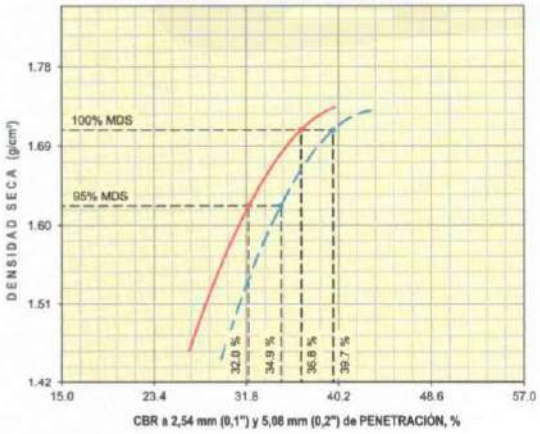
AUTOR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA, LIMA 2022"
UBICACIÓN : AV. FELIPE DE LAS CASAS, DISTRITO DE CIENEGUILLA LIMA

REGISTRO 164/2022.GEOSUR
TÉCNICO : LUIS QUIROZ
FECHA : Setiembre-2022

REFERENCIAS
CALICATA : C-04
MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50m **Ceniza :** 6.0 %





RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.708
- Optimo Cont. de Humedad, %	14.3

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	36.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	32.0
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	39.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	34.9

OBSERVACIONES:

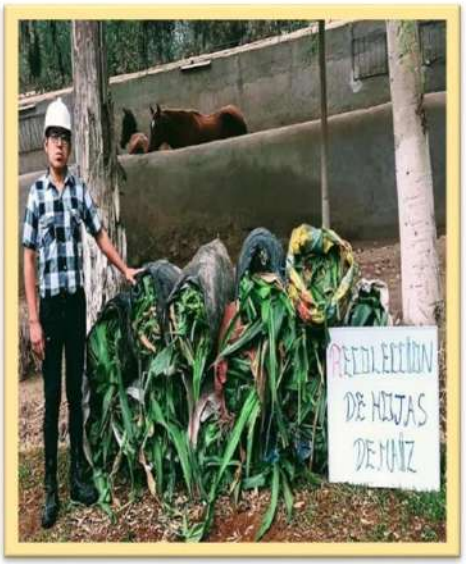
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

ANEXO Nº 7

PANEL FOTOGRAFICO DE LOS TRABAJOS REALIZADO EN CAMPO

VISTA PANORÁMICA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO PARA LA OBTENCIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO Y MAIZ

Recolección de hojas de eucalipto



Recolección de hojas de maíz

Pesando las hojas de eucalipto con una balanza romana

Pesando las hojas de maíz con una balanza romana

Panel Nº1

Recolección y pesaje de hojas de eucalipto y maíz

Lavado de hojas de eucalipto

Lavado de hojas de maíz

Secado de hojas de eucalipto

Secado de hojas maíz

Panel Nº2

Lavado y secado de hojas de eucalipto y maíz

Calcinación de hojas de eucalipto

Calcinación de hojas de maíz

Ceniza de eucalipto

Ceniza de maíz

Panel Nº3

Calcinación y obtención de ceniza de eucalipto y maíz

VISTA PANORÁMICA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO PARA LA OBTENCIÓN DE LA MUESTRA (CALICATA)

Calicata Nº 1

Calicata Nº2

Calicata Nº 3

Calicata Nº 4

Panel Nº1

Realización de calicatas para la obtención muestras en la Av. Felipe de las Casa distrito de Cieneguilla -2022

ANEXO Nº8

PANEL FOTOGRAFICO DE LOS ENSAYOS REALIZADO EN EL LABORATORIO

VISTA PANORÁMICA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO CON RESPECTO A LA MUESTRA PATRON

Cuarteo de muestra del suelo natural C-01

Cuarteo de muestra del suelo natural C-02

Cuarteo de muestra del suelo natural C-03

Cuarteo de muestra del suelo natural C-04

Panel Nº1

Cuarteo de muestra de las 4 calicatas del suelo natural

Análisis granulométrico por tamizado del suelo natural C-01

Análisis granulométrico por tamizado del suelo natural C-02

Análisis granulométrico por tamizado del suelo natural C-03

Análisis granulométrico por tamizado del suelo natural C-04

Panel Nº2

Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado de las 4 calicatas del suelo natural

Limite Liquido del suelo natural C-01

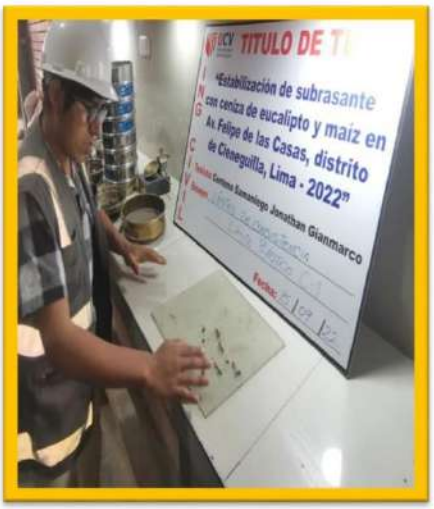
Limite Liquido del suelo natural C-02

Limite Liquido del suelo natural C-03

Limite Liquido del suelo natural C-04

Panel Nº3

Ensayo de Limite Liquido mediante la cuchara de casa grande a las 4 calicatas del suelo natural



Limite Plástico del suelo natural C-01

Limite Plástico del suelo natural C-02

Limite Plástico del suelo natural C-03

Limite Plástico del suelo natural C-04

Panel Nº4

Ensayo de Limite Plástico a las 4 calicatas del suelo natural

Proctor Modificado del suelo natural
C-01

Proctor Modificado del suelo natural
C-02

Proctor Modificado del suelo natural
C-03

Proctor Modificado del suelo natural
C-04

Panel Nº5

Ensayo de Proctor Modificado del suelo natural

CBR del suelo natural C-01

CBR del suelo natural C-02

CBR del suelo natural C-03

CBR del suelo natural C-04

Panel Nº6

Ensayo de CBR del suelo natural de las 4 calicatas

VISTA PANORÁMICA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO ADICIONANDO CENIZA DE EUCALIPTO Y MAIZ

Límites de Consistencia con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1% en C-03

Límites de Consistencia con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 3% en C-03

Límites de Consistencia con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 6% en C-03

Panel Nº1

Ensayo de Limite Liquido y Limite Plástico con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1%-3% y 6% (calicata Nº 3)

Proctor Modificado con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1% en C-03

Proctor Modificado con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 3% en C-03

Proctor Modificado con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1% en C-03

Panel Nº2

Ensayo de Proctor Modificado con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1%-3% y 6% (calicata Nº 3)

CBR con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1% en C-03

CBR con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1% en C-03

CBR con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 6% C-03

Panel Nº3

Ensayo de CBR con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1%-3%y 6% (calicata Nº 3)

Límites de Consistencia con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1% en C-04

Límites de Consistencia con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 3% en C-04

Límites de Consistencia con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 6% en C-04

Panel Nº4

Ensayo de Limite Líquido y Limite Plástico con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1%-3% y 6% (calicata Nº 4)

Proctor Modificado con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1% en C-04

Proctor Modificado con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 3% en C-04

Proctor Modificado con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 6% en C-04

Panel Nº5

Ensayo de Proctor Modificado con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1%-3% y 6%(calicata Nº4)

CBR con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1% en C-04

CBR con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 3% en C-04

CBR con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 6% en C-04

Panel Nº6

Ensayo de CBR con adición de ceniza de hoja de eucalipto y maíz al 1%-3% y 6% (calicata Nº4)

ANEXO Nº 10

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0123 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

1. Expediente	0723-2022	
2. Solicitante	GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S .A.C.	
3. Dirección	AV. CENTRAL NRO. 624 - S C. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA - LIMA	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21P30	
Número de Serie	B836547210	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-04-15	

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

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

PERUTEST 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

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

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2022-04-15	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe
Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0550-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0549-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0548-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0547-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0123 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	14,999	200	-700	29,999	200	-700
2	14,999	100	-600	30,000	500	0
3	14,999	200	-700	29,999	200	-700
4	15,000	500	0	30,000	400	100
5	15,000	500	0	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,000	400	100
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,000	600	-100	30,001	800	700
9	15,000	500	0	30,000	400	100
10	15,000	500	0	30,000	500	0
	Diferencia Máxima		700	Diferencia Máxima		1,400
	Error Máximo Permisible		± 3,000	Error Máximo Permisible		± 3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20.5 °C	20.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)
1		9	200	-700		10,001	800	700	1,400
2		10	500	0		10,000	500	0	0
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		9	300	-800		9,999	200	-700	100
5		11	800	700		10,000	500	0	-700
						Error máximo permisible			± 3,000

* Valor entre 0 y 10e

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERÚ

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0123 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.8 °C

Carga	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p **
L (g)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	(± mg)
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	400	100	100	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,001	800	700	700	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,001	700	800	800	14,999	400	-900	-900	3,000
20,000	20,001	800	700	700	19,999	300	-800	-800	3,000
25,000	25,001	700	800	800	24,999	200	-700	-700	3,000
30,000	30,001	900	600	600	30,001	900	600	600	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: *L: Carga aplicada a la balanza.* *I: Indicación de la balanza.* *ΔL: Carga adicional.* *E: Error encontrado* E_O: *Error en cero.* E_C: *Error corregido.*

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.5723889\ g^2 + 0.0000000049\ R^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.0000410\ R$

PERUTEST S.A.C. LABORATORIO PERU

12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 082 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

1. Expediente	0558-2022	
2. Solicitante	GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.	
3. Dirección	Av. Central Nro. 624 Sc. 1, Gr. 8 (Alt. Paradero Parroquia) - Villa El Salvador - Lima	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	6200 g	
División de escala (d)	0.1 g	
Div. de verificación (e)	0.1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	NVT6201ZH	
Número de Serie	8342157552	
Capacidad mínima	2.0 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-02-28	

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

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

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

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2022-02-28	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

977 997 385 - 913 028 621
913 028 622 - 913 028 623
913 028 624
Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 082 - 2022

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de MASA de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 º C	20.6 º C
Humedad Relativa	66%	66%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 082 - 2022

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C

Medición Nº	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	3000.0	50	0	6000.0	50	0
2	3000.0	60	-10	6000.0	40	10
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10
4	3000.0	50	0	6000.1	80	70
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10
6	3000.0	60	-10	6000.0	50	0
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0
9	3000.0	50	0	5999.9	30	-80
10	2999.9	20	-70	6000.0	50	0
	Diferencia Máxima		70	Diferencia Máxima		150
	Error Máximo Permisible		300.0	Error Máximo Permisible		300.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2000.0	1999.9	20	-70	-70
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3		1.0	40	10		2000.0	40	10	0
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		1999.9	30	-80	-80
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				300.0

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 082 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	30	-80	-80	5999.9	30	-80	-80	300

** error máximo permisible

Leyenda: *L: Carga aplicada a la balanza.* *I: Indicación de la balanza.* *ΔL: Carga adicional.* *E: Error encontrado* E_o: *Error en cero.* E_c: *Error corregido.*

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(\ 0.003499\ g^2 + 0.00000000012\ R^2\ )}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R - 0.0000120\ R$

12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 077 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

1. Expediente	0558-2022
2. Solicitante	GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
3. Dirección	Av. Central Nro. 624 Sc. 1, Gr. 8 (Alt. Paradero Parroquia) - Villa El Salvador - Lima
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6200 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
Número de Serie	8342157533
Capacidad minima	2.0 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-02-24

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

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

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

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2022-02-24	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

977 997 385 - 913 028 621
913 028 622 - 913 028 623
913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 077 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de MASA de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 º C	20.6 º C
Humedad Relativa	66%	66%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 077 - 2022

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de MASA de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 º C	20.6 º C
Humedad Relativa	66%	66%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 077 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

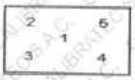
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C

Medición Nº	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	3000.0	50	0	6000.0	50	0
2	3000.0	60	-10	6000.0	40	10
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10
4	3000.0	50	0	6000.1	80	70
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10
6	3000.0	60	-10	6000.0	50	0
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0
9	3000.0	50	0	5999.9	30	-80
10	2999.9	20	-70	6000.0	50	0
	Diferencia Máxima		70	Diferencia Máxima		150
	Error Máximo Permisible		300.0	Error Máximo Permisible		300.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E(mg)	Ec (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2000.0	1999.9	20	-70	-70
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3		1.0	40	10		2000.0	40	10	0
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		1999.9	30	-80	-80
						Error máximo permisible			300.0

* Valor entre 0 y 10e

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 077 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	30	-80	-80	5999.9	30	-80	-80	300

** error máximo permisible

Leyenda: *L: Carga aplicada a la balanza.* *I: Indicación de la balanza.* *ΔL: Carga adicional.* *E: Error encontrado* E_O: *Error en cero.* E_C: *Error corregido.*

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(\quad 0.003499 \quad g^2 \; + \quad 0.00000000012 \quad R^2 \;)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R - 0.0000120\ R$

12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 041 - 2022

1. Expediente	01701-2022	
2. Solicitante	**GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.**	
3. Dirección	Av. Central Nro. 624 Sc. 1, Gr. 8 (Alt. Paradero Parroquia) - Villa El Salvador - Lima	
4. Instrumento de medición	**EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO** (CAZUELA CASAGRANDE)	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-C	
Procedencia	PERÚ	
Número de Serie	009	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	NO TIENE	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2022-07-07	

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC 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 aqui declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2022-07-07	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventascalibratec@gmail.com
CALIBRATEC SAC

INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 041 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA-170-2021
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.
(*) Serie grabado en el instrumento

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 041 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.20	149.60	125.40

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO		
Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 016 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

1. Expediente	0981-2022	
2. Solicitante	GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.	
3. Dirección	AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 (ALT. PARADERO PARROQUIA) LIMA - LIMA - VILLA EL SALVADOR	
4. Equipo	HORNO	
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H136	
Número de Serie	0142	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

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

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

CALIBRATEC 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 aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración: 2022-05-13

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2022-05-13	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 016 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostatico PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de temperatura de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1131- 2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 016 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21.5 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo	Termómetro del equipo	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom	Tmax-Tmin
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
(min)	(°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(°C)	(°C)
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
T.PROM	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
T.MAX	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
DTT	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 016 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.4	16.2
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	9.6
Estabilidad Medida (±)	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	9.6

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para 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 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 expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.
La Estabilidad es considerada igual a ± 1/2 DTT.

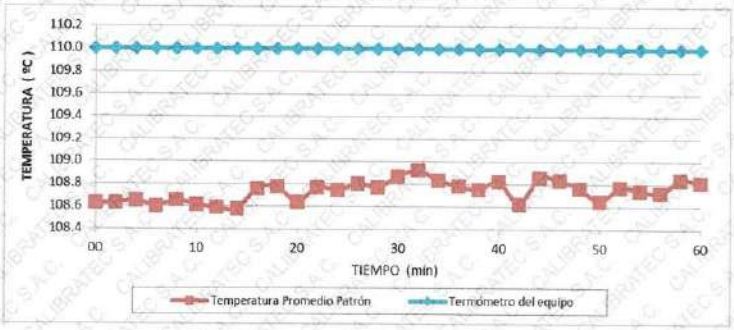
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

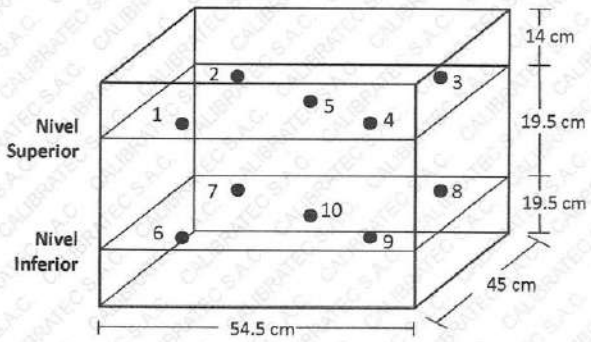
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 016 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 738 -2022

Expediente : **T 097-2022**
Fecha de emisión : 2022-03-19

1. Solicitante : **GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.**

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : **MUFLA**

Indicación	: **DIGITAL**
Alcance de Indicación	: **NO INDICA**
Resolución	: **1 °C**
Marca de Equipo	: **FAITHFULL**
Modelo de Equipo	: **NO INDICA**
Serie del Equipo	: **NO INDICA**
Código de Identificación	: **NO INDICA**
Marca de Indicador	: **YUDIAN**
Modelo de Indicador	: **NO INDICA**
Procedencia	: **NO INDICA**

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA
18 - MARZO - 2022

4. Método de Calibración
La calibración se efectuo según el procedimiento de calibración PC - 017 del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	CT - 003	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,4	28,1
Humedad %	60	62

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

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

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

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

Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
601	604,1	2,7	2,1
701	702,8	2,3	2,1
801	797,9	-2,6	2,1
901	916,9	16,4	2,1

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
TCV = INDICACIÓN DEL EQUIPO + CORRECCIÓN

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

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

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-014-2022

Laboratorio de Fuerza

Expediente	154
Solicitante	**GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.**
Dirección	AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 (ALT. PARADERO PARROQUIA) LIMA - LIMA - VILLA EL SALVADOR
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado	**PRENSA DE CBR (DIGITAL)**
Alcance de Indicación	5000 KGF
Marca (o Fabricante)	TAMIEQUIPOS LTDA.
Modelo	TCP038
Número de Serie	505
Identificación	NO INDICA
Procedencia	COLOMBIA
Indicador de Lectura	DIGITAL
Marca (o Fabricante)	NO INDICA
Modelo	A12
Número de Serie	VC146233
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Alcance de Indicación	0 KGF A 5000 KGF
Resolución	0.1 KGF
Transductor de Fuerza	CELDA TIPO "S"
Alcance de Indicación	5.0T
Marca (o Fabricante)	ZEMIC
Modelo	H3-C3-5.0t-6b
Número de Serie	J382535
Fecha de Calibración	2022-02-09
Lugar de Calibración	INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello | **Fecha de emisión** | **Jefe del laboratorio de calibración**

2022-02-10

ROBERTO QUINTO S.

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-014-2022

Laboratorio de Fuerza

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376 , Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú
Con Certificado N° INF - LE 238-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	KGF	KGF	KGF	KGF	KGF	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	502.0	502.0	502.0	502.0	-0.4	0.0	0.37
20	1000	1005.0	1005.0	1005.0	1005.0	-0.5	0.0	0.28
30	1500	1497.0	1497.0	1497.0	1497.0	0.2	0.0	0.26
40	2000	1997.0	1997.0	1997.0	1997.0	0.2	0.0	0.25
50	2500	2500.0	2500.0	2500.0	2500.0	0.0	0.0	0.25
60	3000	3004.0	3004.0	3004.0	3004.0	-0.1	0.0	0.24
70	3500	3503.0	3503.0	3503.0	3503.0	-0.1	0.0	0.24
80	4000	4003.0	4003.0	4003.0	4003.0	-0.1	0.0	0.24
90	4500	4504.0	4504.0	4504.0	4504.0	-0.1	0.0	0.24
100	5000	5004.0	5004.0	5004.0	5004.0	-0.1	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento

ANEXO Nº 11

ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO Y MAIZ

CAMPUCP
CENTRO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

CAM-003/2022

San Miguel, 03 de octubre de 2022

Señores
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
Presente-

Estimados Señores:

Tengo a bien dirigirme a ustedes para informarles que el alumno **CENTENO SAMANIEGO, JONATHAN GIANMARCO**; ha desarrollado el análisis de 01 muestra (identificada como Ceniza de Eucalipto y Maíz) en el Centro de Caracterización de Materiales - CAMPUCP como parte del desarrollo de su tesis titulada: *"Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022"*.

Los análisis fueron realizados utilizando el método de Fluorescencia de Rayos X, siendo asesorado por el Dr. (c) Álvaro Tejada, analista del CAMPUCP y responsable de la técnica.

Agradeciendo la atención prestada, me despido.

Atentamente,

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Centro de Caracterización de Materiales

Dr. Jorge Andrés Guerra Torres
Jefe

Centro de Caracterización de Materiales CAMPUCP
Dirección: Av. Universitaria 1801, pabellón O - Campus PUCP
Teléfono: 511-6262000 anexo: 7740 - 7741
Email: cam@pucp.edu.pe

CAMPUCP

Contacto:
Elvira Olden
Email: eolden@pucp.edu.pe

Procedimiento experimental:

A partir de la muestra suministrada, el análisis de fluorescencia de rayos X se realizó con el espectrómetro de rayos X dispersivo en longitud de onda (WDXRF) Bruker modelo S8 TIGER, con un ánodo de Rodio (Rh), corriente DC de 170 mA y voltaje de aceleración de 60 kV, colimadores con ángulo de apertura 0.23° y 0.46°, además de cristales analizadores: PET, LIF (200), LIF (220) y XS-55, y dos tipos de detectores: contador de centelleo y proporcional de flujo. Para la determinación de la composición química se utilizó el software QUANT EXPRESS, en modo "standardless". El modelo de evaluación fue por óxidos y el tiempo de medida fue de 20 minutos.

El método de preparación de muestra fue por perla fundida. Para ello, primero se combinó los dos materiales brindados en relación 1:1 por peso, y fueron molidos manualmente hasta conseguir una mezcla homogénea. Luego se seleccionó 5 g de material, el cual fue sometido a un proceso de secado a 100 °C por 12 horas, luego del cual hubo una pérdida de 0.13 g (2.6 wt%). Después del secado, la muestra se calcinó a 950 °C por 2 horas para eliminar componentes volátiles que podrían interferir con la formación de la perla. Como resultado de la calcinación, la muestra perdió 1.14 g (23.4 wt%) y cambió de color, como se observa en la Fig. 1.

Del material restante, se seleccionó 1 g de material, el cual fue mezclado con 11 g de fundente. El fundente usado fue una mezcla comercial de la marca SPEX de 66.67% $Li_2B_4O_7$, 32.83% $LiBO_2$ y 0.5% LiBr. Esta mezcla fue fundida a 1000 °C en un crisol de platino y formada en una perla de 4 cm de diámetro, como se ve en la Fig. 2.

Resultados:

Los resultados incluyen la pérdida por calcinación (LOI - calcinación a 950 °C por 2 horas), que corresponde a la pérdida de peso, expresado en porcentaje, y que refleja el contenido de componentes volátiles en las muestras. Los resultados se resumen en la Tabla 1.

Fórmula	Concentración (wt%)
SiO_2	29.7
CaO	17.2
K_2O	7.28
Al_2O_3	5.61
MgO	3.78
SO_3	3.18
Na_2O	2.85
Fe_2O_3	2.76
P_2O_5	2.39
Cl	1.12
TiO_2	0.362
MnO	0.154
ZnO	0.0647
SrO	0.0495
CuO	0.0237
PbO	0.0214
MoO_3	0.00888
NiO	0.00858
ZrO_2	0.00812

MUESTRA	LOI
Mezcla de cenizas	23.4

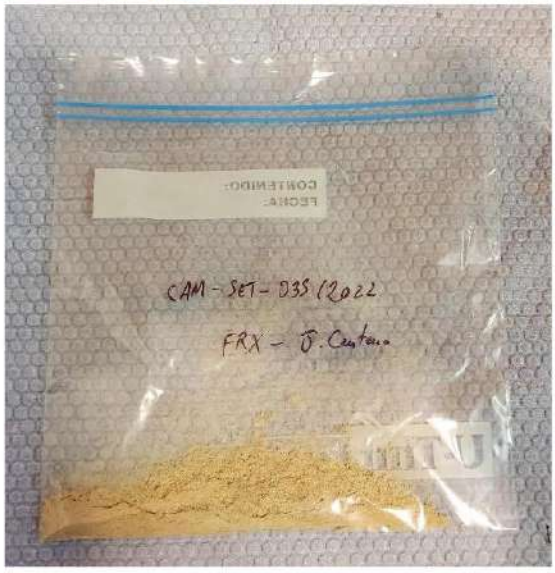


Fig. 1: Muestra luego de calcinado a 950 °C

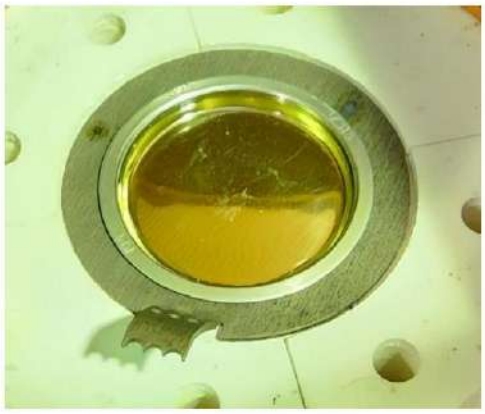


Fig. 2: Perla formada a partir de la muestra

Centro de Caracterización de Materiales CAMPUCP
Dirección: Av. Universitaria 1801, pabellón O - Campus PUCP
Teléfono: 511-6262000 anexo: 7740 - 7741
Email: cam@pucp.edu.pe

CAMPUCP

Contacto:
Elvira Oliden
Email: eoliden@pucp.edu.pe

ANEXO Nº 12

CALCINACION DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO Y MAIZ

Geotecnia e Ingeniería SAC

ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ANÁLISIS DE LABORATORIO

CALCINACIÓN DE CENIZA DE EUCALIPTO Y MAÍZ

SOLICITADO POR : CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO

ASUNTO : Calcinación de muestra

FECHA DE RECEPCIÓN : 08/09/2022

FECHA DE ENTREGA : 09/09/2022

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial(gr)	Peso final(gr)
Ceniza de hoja de eucalipto y maíz	Calcinación	800	10H	26000	7200

Villa el Salvador 10 de setiembre 2022

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117

Cel. 941 868 499 / jdpelaezq@geosurlab.com
www.geosurlab.com / Geosur Geotecnica e Ingeniería SAC
Av. Central N° 898 Villa el Salvador - Lima - Perú

ANEXO Nº 13

TRATAMIENTO DEL PRODUCTO DE LA HOJA DE EUCALIPTO Y MAIZ

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TRATAMIENTO DEL PRODUCTO

TITULO: "Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022"
ELABORADO: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco.
UBICACIÓN: Departamento de Lima, Provincia de Lima, Distrito de Cieneguilla.
UBICACIÓN: Av. Felipe de las Casas
FECHA:

DIA	FECHA	HORA	DESCRIPCIÓN
Sábado	20/08/2022	15:00 p.m. 18:00 p.m.	Se comenzó la recolección de hojas de eucalipto en el lotiz Cieneguilla LT 5-A de la Av. Luis Felipe de las Casas donde se pudo recolectar 5 sacos de hojas de eucalipto
Domingo	21/08/2022	9:00 a.m. 19:00 p.m.	Se continuo en el lotiz Cieneguilla LT 6-A de la Av. Luis Felipe de las Casas con la recolección de hojas de eucalipto obteniendo 17 sacos de hojas de eucalipto
Lunes	22/08/2022	8:30 a. m. 17:00 p.m.	De la misma manera se continuo en el mismo LT 6-A con la recolección de hojas de eucalipto, obteniendo 15 sacos. Una ves obtenido los sacos en el (LT-6-A) se procedió a llevar al (LT 5-A) donde se realizará todo el proceso para la obtención de la ceniza
Martes	23/08/2022	11:30 p. m. 12:30 p.m.	Se procedió a pesar los sacos de eucalipto con una balanza romana así obteniendo un valor total de 193 kg para poder determinar la cantidad de ceniza que nos va a quedar después de haber calcinado
		14:00 a.m. 17:00 p.m.	Luego se procedió a lavar las hojas de eucalipto 2 veces en un lavadero (de concreto) para eliminar las impurezas
			Una vez culminado el lavado de las hojas de eucalipto se colocó en una tina para que se escurra el agua de las hojas de eucalipto durante toda la noche
Miércoles	24/08/2022	8:00 a.m.	se colocó una manta de sacos de 3 metros de ancho por 3 metros de largo en el gras y en cima del saco se colocó las hojas de eucalipto para su respectivo secado. Cabe mencionar que durante el proceso de secado las hojas fueron volteadas cada 3 horas con el fin de obtener un mejor secado
		18:00 p.m.	Al verificar el secado completo de las hojas de eucalipto, se determinó que el 70 %, de estas se encontraban humedad. Es por ello que se volteo una vez mas las hojas para que durante la noche pueda completar su secado.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Jueves	25/08/2022	6:00 a.m.	Se volvió a verificar si se había secado por completo las hojas de eucalipto, lo cual no sucedió. Debido a ello, se procedió a voltear las hojas cada 4 horas. aproximadamente a las 17:00 p.m. se culminó el proceso de secado. En función de ello se procedió a recoger con cuidado para su respectivo calcinado
Viernes	26/08/2022	9:00 a.m. 20:00 p.m.	Se inicio con el proceso de calcinación de las hojas de eucalipto. Para ello se utilizó un cilindro de metal de dimensiones de 585 mm de diámetro y una altura de 891 mm, donde se colocó las hojas de eucalipto hasta el borde del cilindro .Cabe mencionar ,que se utilizo un encendedor de cocina en vez e otro productos para evitar la adherencia de nuevas sustancias
Sábado	27/08/2022	8:00 a.m. 20:00 p.m.	Una vez ya calcinado las hojas de eucalipto se dejó la ceniza durante 2 días en el cilindro para que se enfríe. Al finalizar este proceso se colocó en una bolsa los 15 kg de ceniza de hojas de eucalipto, para posterior mente llevar al laboratorio
Domingo	28/08/2022	8:00 a.m. 20:00 p.m.	
Lunes	29/08/2022	9:00 a.m. 18:00 p.m.	Se comenzó la recolección de hojas de maíz con todo su tallo en el lotiz Cieneguilla LT 11-A de la Av. Luis Felipe de las Casas Una vez recolectado se procedió a llevar al LT 5-A donde se realizará todo el proceso para la obtención de la ceniza.
Martes	30/08/2022	8:30 a.m. 12:00 p.m.	se procedió a quitar las hojas del tallo manualmente para así poder pesar las hojas lo cual se llenó en sacos a si obteniendo 20 sacos de hojas de maíz
		13:00 a.m. 14:00 p.m.	Luego se procedió a pesar los sacos de maíz con una balanza romana así obteniendo un valor total de 180 kg para poder determinar la cantidad de ceniza que nos va a quedar después de haber calcinado
		14:30 p.m. 17:00 p.m.	Así mismo se procedió a lavar las hojas de maíz 1 vez en un lavadero (de concreto) para eliminar las impurezas ya que contiene poca impureza
		17:30 p.m. 20:00 p.m.	Una vez culminado el lavado de las hojas de maíz se colocó en una tina para que se escurra el agua de las hojas de maíz durante toda la noche
Miércoles	31/08/2022	8:30 a.m.	se colocó 3 manta de sacos de 3 metros de ancho por 3 metros de largo en el gras y en cima del saco se colocó las hojas de maíz para su respectivo secado. Cabe mencionar que durante el proceso de secado de las hojas fueron volteadas cada 4 horas con el fin de obtener un mejor secado

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

		17:00 p.m.	Al verificar el secado completo de las hojas de maíz, se determinó que el 90% de estas se encontraban húmedo. Es por ello que se volteo las hojas una vez mas para que durante la noche siga secando
Jueves	01/09/2022	7:00 a.m.	se volvió a verificar si se avía secado por completo las hojas de maíz lo cual una parte de las hojas ya estaba seca, así que se procedió a voltear las hojas cada 3 horas
		17:00 p.m.	Se volvió a verificar si se avía secado por completo las hojas de maíz la gran mayoría de las hojas ya estaba seco solo la parte superior y la parte inferior seguía húmedo
Viernes	02/09/2022	7:00 a.m.	se volvió a verificar si ya estaba seco por completo a voltear las hojas la parte inferior seguía húmedo a si que decidí voltearlo cada 2 horas
		16:00 p.m.	Se volvió a verificar y se concluyo que ya había secado por ambas partes y uvo un cambio de tonalidad de verde oscuro paso a un verde opaco claro además se pudo ver que se arrugaba y se hacia como papel Una vez seco las hojas de maíz se retiró del gras para calcinar
Sábado	03/09/2022	8:00 a.m. 16:00 p.m.	Se procedió a colocar las hojas del maíz en el cilindro para poder quemar para ello utilice un encendedor pero no prendía y estuve como 2 horas intentando prender y nada que prendía las hojas Como no podía prender con el encendedor hice lo siguiente puse 4 ladrillos como base y encima puse el cilindro con las hojas de maíz luego agregue leña + hojas de eucaliipto por debajo del cilindro asi generando calor en la base del cilindro ,cuando de repente se comenzó a salir humo de las hojas de maiz que estaban dentro del cilindro generando candela y asi se pudo calcinar las hojas
			Una vez ya calcinado las hojas de maiz se dejó la ceniza durante toda la noche en el cilindro hasta el domingo en la mañana para que se enfríe una vez ya enfriado se colocó en una bolsa los 11kg para llevar al laboratorio
Domingo	04/09/2022	8:00 a.m. 14:00 p.m.	Se realizo las 4 calicatas de acuerdo a la norma de pavimentos urbanos CE-010 en la Av. Felipe de las casas distrito de Cieneguilla
Lunes	05/09/2022	16:00 p.m.	Se procedió a llevar al laboratorio para los respectivos ensayos

ANEXO Nº 14

NORMA

MTC E 107

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

1.0 OBJETO

1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).

2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 ºC.

4.2 MATERIALES

4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 ½"	38,100
¾"	19,000
⅜"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075

4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.

4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

5.0 MUESTRA

5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 ½")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,76º mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral **4.1.1**.

5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).

6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

MTC E 108

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

1.0 OBJETO

1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 ºC*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

Nota 1. (*) El secado en horno siguiendo en método (a 110 ° C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelos contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

4.0 EQUIPOS y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 ºC.

4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:

De 0,01 g para muestras de menos de 200 g

De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

4.2 MATERIALES

4.2.1 Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

Nota 2. Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.

4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver **Sección 6.3.5** del presente ensayo).

Nota 3. El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.

4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

5.0 MUESTRA

5.1 Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89 (Practices for Preserving and Transporting Soil Sample), Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 ºC y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.

5.2 La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corrosibles: (tales como: tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ESPECIMEN DEL ENSAYO

6.1.1 Para los contenidos de humedad que se determinan en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.

6.1.2 La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 ½")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Nota.- * Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.

6.1.3 El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 6.1.2 requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos.

6.1.4 Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado.

6.1.5 Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante.

6.2 SELECCION DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

6.2.1 Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás).

6.2.2 Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):

a) Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
b) Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
c) Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.

6.2.3 En muestras intactas tales como: bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra.

a) Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm., o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado.
b) Se cortará la muestra por la mitad. Si el material está estratificado se procederá de acuerdo a lo indicado en 6.2.3.c. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado. Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

Nota 4. El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestre la sección completa. Si el material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen.

6.3 PROCEDIMIENTO

6.3.1 Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).

6.3.2 Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo a la **sección 6.2** de este ensayo.

6.3.3 Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase 4.1.2 de este ensayo) seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

Nota 5. Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos del laboratorio. Los números de las tapas deberán ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones.

Nota 6. Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños.

6.3.4 Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a 110 ± 5 ºC a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para mantener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.

Nota 7. En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente. En los casos en los que hay duda sobre lo adecuado de un método de secado, deberá continuarse con el secado hasta que el cambio de peso después de dos períodos sucesivos (mayores de 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0,1 %). Los especímenes de arena pueden ser secados a peso constante en un período de 4 horas, cuando se use un horno de tiro forzado.

Nota 8. Desde que algunos materiales secos pueden absorber humedad de especímenes húmedos, deberán retirarse los especímenes secos antes de colocar especímenes húmedos en el mismo horno. Sin embargo, esto no sería aplicable si los especímenes secados previamente permanecieran en el horno por un período de tiempo adicional de 16 horas.

6.3.5 Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma balanza usada en 6.3.3 de este ensayo. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

Nota 9. Colocar las muestras en un desecador es más aceptable en lugar de usar las tapas herméticas ya que reduce considerablemente la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento especialmente en los contenedores sin tapa.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1. CALCULOS

7.1.1 Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{Peso \cdot de \cdot agua}{Peso \cdot de \cdot suelo \cdot secado \cdot al \cdot horno} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

W	=	es el contenido de humedad, (%)
M_{cws}	=	es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
M_{cs}	=	es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
M_c	=	es el peso del contenedor, en gramos
M_w	=	es el peso del agua, en gramos
M_s	=	es el peso de las partículas sólidas, en gramos

7.3 INFORME

7.3.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

a) La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación, número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc.
b) El contenido de agua del espécimen con aproximación al 1 % ó al 0,1 %, como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada. Si se usa este método conjuntamente con algún otro método, el contenido de agua del espécimen deberá reportarse al valor requerido por el método de ensayo para el cual se determinó el contenido de humedad.
c) Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el indicado en 6.1.2 de este ensayo.
d) Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.).
e) Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a 110 ± 5 ºC.
f) Indicar si se excluyó algún material del espécimen de ensayo.

MTC E 110

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

1.0 OBJETO

1.1 Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

Discusión: Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).

1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte

2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2μm para determinar su número de actividad

2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibidad de la lutitas a la intemperización.

2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.

4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.

De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.

4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.

4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de 10,00 ± 0,2 mm (0,394 ± 0,008") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.

4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.

4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0.01 g.

4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de 110±5°C para secar la muestra.

4.2 MATERIALES

4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"– 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.

4.3 INSUMOS

4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referido agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

5.0 MUESTRA

5.1 Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz 425 µm (N° 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndolo dos veces con la cuchara.

6.0 PROCEDIMIENTO

Multipunto

6.1 Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.

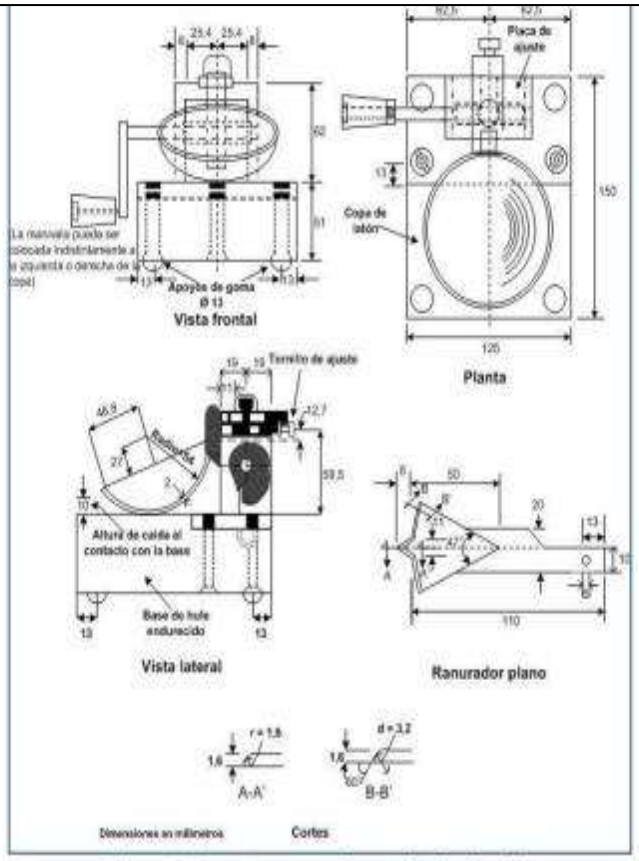


Figura 1: Aparato manual para límite líquido

6.1 Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.

6.2 Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).

Nota1. Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).

6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con

la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir de 6.1 a 6.3 a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

6.4 Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.

6.5 Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.

6.6 Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir de 6.1 a 6.6 para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.

6.7 Determinar el contenido de humedad, W^n, del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción.

Un punto

6.8 El ensayo se efectúa en la misma

7.0 CALCULOS

(Multipunto)

7.1 Representar la relación entre el contenido de humedad, W^n, y el número de golpes correspondientes, N, de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.

7.2 Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

(Un punto)

7.3 Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n\left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

N = Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad,
W^n = Contenido de humedad del suelo,
K = factor dado en la tabla A.1

Tabla A -1

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Tabla 1
Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Líquido	0,8	2,4
Precisión Multilaboratorio		
Límite Líquido	3,5	9,9

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para aceptar la aceptación de los resultados de los ensayos de límite líquido obtenido por este método de ensayo.

8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.

MTC E 111

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

1.0 OBJETO

1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen

2.2 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

2.3 Los plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.

4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 ½") de diámetro.

4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.

4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.

4.1.5 Tamiz, de 426 µm (N° 40).

4.1.6 Agua destilada.

4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.

4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

5.0 MUESTRA

5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 mm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.

5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado

en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

6.2 Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

6.3 Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.

6.4 Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

Tabla 1
Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

7.2 CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. = Límite Líquido
P.L. = Límite Plástico
L.L. y L.P., son números enteros

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados de los ensayos de Límite Plástico obtenidos por este método de ensayo se da en la Tabla Nº 1.

8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.

MTC E 115

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

1.0 OBJETO

1.1 Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

Nota 1. Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

Nota 2. El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado

2.2 Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (¾" pulg).

Nota 3. Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm (3/4 pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm (¾ pulg), ver ensayo ASTM D 4718

2.3 Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

2.3.1 METODO "A"

2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)

2.3.1.2 Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

2.3.1.3 Número de capas: 5

2.3.1.4 Golpes por capa: 25

2.3.1.5 Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

2.3.1.6 Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

2.3.2 METODO "B"

2.3.2.1 Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.

2.3.2.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm (⅜ pulg).

2.3.2.3 Número de Capas: 5

2.3.2.4 Golpes por capa: 25

2.3.2.5 Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm (⅜ pulg).

2.3.2.6 Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

2.3.3 METODO "C"

2.3.3.1 Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

2.3.3.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.3 Número de Capas: 5

2.3.3.4 Golpes por Capa: 56

2.3.3.5 Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm (⅜ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.6 El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

Nota 4. Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.

2.4 Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.

2.5 Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método se Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).

2.6 Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.

2.6.1 En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ($F = M \cdot a$). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) ó registran la densidad en lbm/pie^3 no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

2.7 Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

2.8 El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

2.9 Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad (w_o) y el Peso Unitario Seco máximo ($\gamma_{smáx}$) mediante un ensayo de

compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) ó al óptimo (w_o) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ($\gamma_{dmáx}$). La selección del contenido de agua (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) ó al óptimo (w_o), y el Peso Unitario Seco ($\gamma_{dmáx}$) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1.1 NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

3.1.2 ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en 4.1.1.1 ó 4.1.1.2 de este ensayo y Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo "ahusado" debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m (0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y construidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg), por debajo de ésta.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

4.1.1.1 Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 101,6 ± 0,4 mm (4,000 ± 0,016 pulg) de diámetro interior, una altura de 116,4 ± 0,5 mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 944 ± 14 cm³ (0,0333 ± 0,0005 pie³). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.

4.1.1.2 Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 152,4 ± 0,7 mm (6,000 ± 0,026 pulg) de diámetro interior, una altura de: 116,4 ± 0,5mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 2 124 ± 25 cm³ (0,075 ± 0,0009 pie³). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig. 2.

4.1.2 Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de 457,2 ± 1,6 mm (18 ± 0,05 pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será 4,54 ± 0,01 kg (10 ± 0,02 lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de 50,80 ± 0,13 mm (2,000 ± 0,005 pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los 50,800 ± 0,25 mm (2,000 ± 0,01 pulg).

Nota 5. Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0,4536 kg ó 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

4.1.2.1 Pisón Manual.- El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de 19,0 ± 1,6 mm

(¾ ± 1/16 pulg) y espaciados a 90º. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm (⅜ pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

4.1.2.2 Pisón Mecánico Circular.- El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber 2,5 ± 0,8 mm (0,10 ± 0,03 pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.

4.1.2.3 Pisón Mecánico.- Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a 73,7±0,5mm (2,90±0,02 pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.

4.1.3 Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.

4.1.4 Balanza.- Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.

4.1.5 Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 ºC a través de la cámara de secado.

4.2 MATERIALES

4.2.1 Regla.- Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de ± 0,1 mm (± 0,005 pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg).

4.2.2 Tamices ó Mallas.- De 19,0 mm (¾ pulg), 9,5 mm (⅜ pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11.

4.2.3 Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

5.0 MUESTRA

5.1 La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.

5.2 Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm (⅜ pulg) ó 19.0mm (¾pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 PREPARACION DE APARATOS

6.1.1 Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.

6.1.2 Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesaria. Si los ajustes ó reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.

6.1.3 Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.

a) Balanza.- Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)

b) Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.

c) Pisón Manual.- Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón de acuerdo con 4.1.2 de este ensayo. Verificar los requisitos de la guía de acuerdo con 4.1.2.1 de este ensayo.

d) Pisón Mecánico.- Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D 2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio) Además, el espacio libre entre el pisón y la superficie interior del molde debe verificarse de acuerdo a 4.1.2.2 de este ensayo.

6.2 PREPARACION DEL ENSAYO

6.2.1 SUELOS

6.2.1.1 No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.

6.2.1.2 Utilice el método de preparación húmedo y cuando se ensaye con suelos que contienen hallosita hidratada o donde la experiencia con determinados suelos indica que los resultados pueden ser alterados por el secado al aire, (ver 6.2.2 de este ensayo).

6.2.1.3 Preparar los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo al párrafo 6.2.2 (de preferencia) o con 6.2.3 de este ensayo.

6.2.2 METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE)

6.2.2.1 Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm (⅜ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B ó C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.

6.2.2.2 Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación del peso seco unitario (ver 7.1.1 de este ensayo). Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua ó una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

Nota 6. Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico.

6.2.2.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica en 6.2.2.2 de este ensayo, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60ºC (140ºF).

Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla Nº1 antes de la compactación. Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado ò seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

6.2.3 METODO DE PREPARACION EN SECO

6.2.3.1 Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 ºC. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (Nº4); 9,5 mm (⅜ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¾ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm (⅜ pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.

6.2.3.2 Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes de acuerdo con 6.2.2.2.

6.2.3.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en 6.2.2.2 de este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en 6.2.2.3 de este ensayo para los suelos secos ó adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

6.2.4 Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:

6.2.4.1 Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.

6.2.4.2 Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.

6.2.4.3 Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo ú otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.

6.2.4.4 Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

Nota 7. Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.

6.2.4.5 Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5º de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.

6.2.4.6 Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde, excepto como se especifica en 6.2.4.7 de este ensayo. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.

6.2.4.7 Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Un corte inicial en el espécimen en la parte superior del molde con un cuchillo puede prevenir la caída del suelo por debajo de la parte superior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde. Repetir las operaciones anteriores en la parte inferior del espécimen cuando se halla determinado el volumen del molde sin el plato base. Para suelos muy húmedos o muy secos, se perderá suelo o agua si el plato base se remueve. Para estas situaciones, dejar el plato base fijo al molde. Cuando se deja unido el plato base, el volumen del molde deberá calibrarse con el plato base unido al molde o a un plato de plástico o de vidrio como se especifica en el anexo A1 (A.1.4.1 de este ensayo).

6.2.4.8 Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.

6.2.4.9 Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quiébrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad de acuerdo al Método ensayo NTP 339.127.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

7.1.1 Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado como se explica en 7.1.3 y 7.1.4 de este ensayo, plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos (ver ejemplo, Fig. 3). Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación 0,2 kN/m^3 (0,1 lbf/pie^3) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el Peso unitario seco máximo y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D 4718. Esta corrección debe realizarse en el espécimen de ensayo de densidad de campo, más que al espécimen de ensayo de laboratorio.

7.1.2 Plotear la curva de saturación al 100%. Los valores de contenido de agua para la condición de 100% de saturación puede ser calculadas como se explica en 7.1.5 de este ensayo (ver ejemplo, Fig. 3).

Nota 8. La curva de saturación al 100% es una ayuda al diseñar la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92 á 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede ser ploteada o trazarse a la derecha de la curva de 100% de saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.

Nota 9. La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

7.1.3 Contenido de Agua, w.- Calcular de acuerdo con Método de Ensayo NTP 339.127.

7.1.4 Peso Unitario Seco.- Calcular la densidad húmeda (ecuación 1), la densidad seca (ecuación 2) y luego el Peso Unitario Seco (ecuación 3) como sigue:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \qquad (1)$$

Donde:

ρ_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m³)
M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)
M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)
V = Volumen del molde de compactación (m³) (Ver Anexo A1)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \qquad (2)$$

Donde:

ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³)
w = contenido de agua (%)

$$\gamma_d = 62{,}43\ \rho_d \text{ en} \quad \text{lbf/pie}^3 \qquad (3)$$

$$\gamma_d = 9{,}807\ \rho_d \text{ en} \quad \text{kN/m}^3$$

Donde:

γ_d = peso unitario seco del espécimen compactado.

7.1.5 En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \qquad (4)$$

Donde:

W_{sat} = Contenido de agua para una saturación completa (%).
γ_w = Peso unitario del agua 9,807kN/m³ ó (62,43 lbf/ pie³).
γ_d = Peso unitario seco del suelo.
Gs = Gravedad específica del suelo.

Nota 10. La gravedad específica puede ser calculada para los especímenes de prueba en base de datos de ensayos de otras muestras de la misma clasificación de suelo y origen. De otro modo sería necesario el ensayo de Gravedad Específica NTP 339.131.

7.2 INFORME

7.2.1 Reportar la siguiente información:

7.2.1.1 Procedimiento usado (A, B o C).

7.2.1.2 Método usado para la preparación (húmedo ó seco).

7.2.1.3 El contenido de agua recibida, si se determinó.

7.2.1.4 El óptimo Contenido de Agua Modificado, con aproximación al 0,5 %.

7.2.1.5 El Peso Unitario Seco Máximo, con aproximación a 0,5 lbf/pie^3.

7.2.1.6 Descripción del Pisón (Manual ó Mecánico).

7.2.1.7 Datos del tamizado del suelo para la determinación del procedimiento (A, B ó C) empleado.

7.2.1.8 Descripción o Clasificación del material usado en la prueba (ASTM D 2488, NTP 339.134).

7.2.1.9 Gravedad Específica y Método de Determinación.

7.2.1.10 Origen del material usado en el ensayo, por ejemplo, proyecto, lugar, profundidad, etc.

7.2.1.11 Ploteo de la Curva de Compactación mostrando los puntos de compactación utilizados para establecerla y la curva de compactación y la curva de 100% saturación, el punto de Peso Unitario Seco Máximo y Optimo Contenido de Agua.

7.2.1.12 El dato de Corrección por Fracción Sobredimensionada si es usado, incluyendo la fracción sobredimensionada (Fracción Gruesa), Pc en %.

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION.- Todos los datos están siendo evaluados para determinar la precisión de este método de ensayo. Además los datos pertinentes están siendo solicitados por los usuarios de este método de ensayo.

8.2 CONFIABILIDAD.- No es posible obtener la información sobre la confiabilidad porque no existe otros métodos de determinación de valores de máximo Peso Unitario Seco Modificada y Optimo Contenido de Humedad.

MTC E 132

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

1.0 OBJETO

1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

2.2 Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.

2.3 Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.

2.4 Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.

2.5 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

2.6 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.7.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

4.1.2 Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm ± 0,66 mm (6 ± 0,026") de diámetro interior y de 177,8 ± 0,46 mm (7 ± 0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0")

de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

4.1.3 Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de 61,37 ± 0,127 mm (2,416 ± 0,005") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

4.1.4 Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

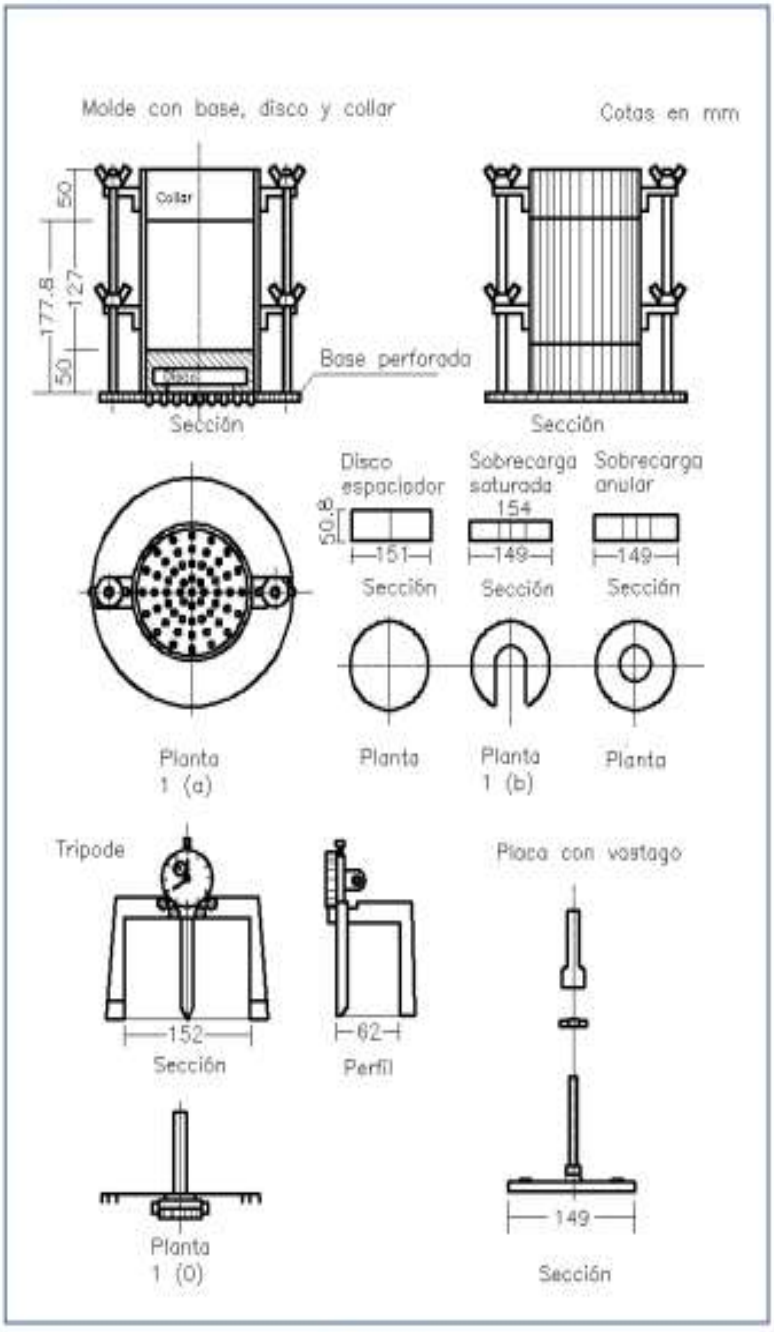


Figura 1.

4.1.5 Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c).

4.1.6 Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de 4,54 ± 0,02kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2,27 ± 0,02 kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

4.1.7 Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de 49,63 ± 0,13 mm (1,954 ± 0,005") de diámetro, área de 19,35 cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

4.1.8 Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

4.1.9 Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

4.1.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 ºC.

4.1.11 Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

4.1.12 Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").

4.1.13 Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

5.0 MUESTRA

5.1 La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de ¾ de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz Nº 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

6.2 Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea

superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

6.3 Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

Nota 1. En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

6.4 Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que

se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 2b).

Nota 2. A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) °con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturen de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.

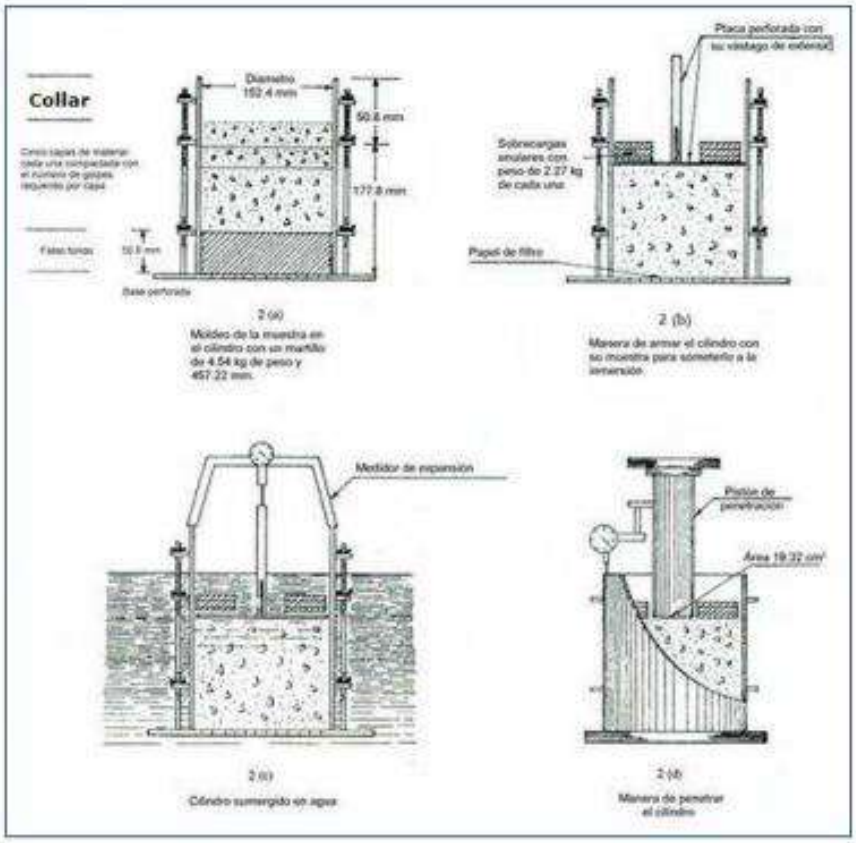


Figura 2: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio

6.5 Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2,27 kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, Llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:

Penetración

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

6.6 PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS

En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:

a) Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0,80 x 0,80 m.

b) Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.

c) Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una delgada capa de suelo a su alrededor.

d) Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio

e) Una vez lleno el molde, se parafinan sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo. A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria (7,0" ± 0,16") si se utiliza un molde con 127 mm (5") de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

7.1.1 Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\%\,\text{de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada
H = Humedad natural

7.1.2 Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.

7.1.3 Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta (numerales 4.1.3 y 4.1.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.

Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.

7.1.4 Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3).

7.1.5 Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 6.3. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L2 - L1}{127} \times 100$$

Donde

L_1 = Lectura inicial en mm.
L_2 = Lectura final en mm.

7.1.6 Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m²	kgf/cm²	lb/plg²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

a) Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.

b) De la curva corregida tómense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (10001b/plg²) y 10,3 MPa (1500 lb/plg ²) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

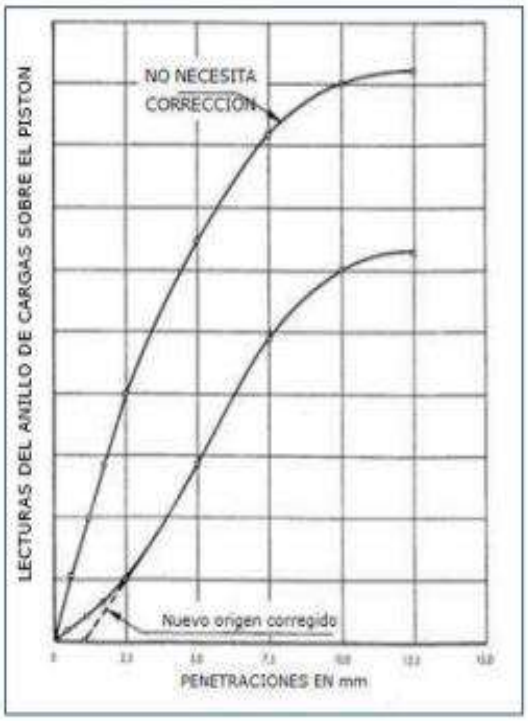


Figura 3: Curva para cálculo de índice de CBR

7.2 INFORME LECTURAS DEL ANILLO DE CARGAS SOBRE EL PISTON

Los datos y resultados de la prueba que deberán suministrarse son los siguientes:

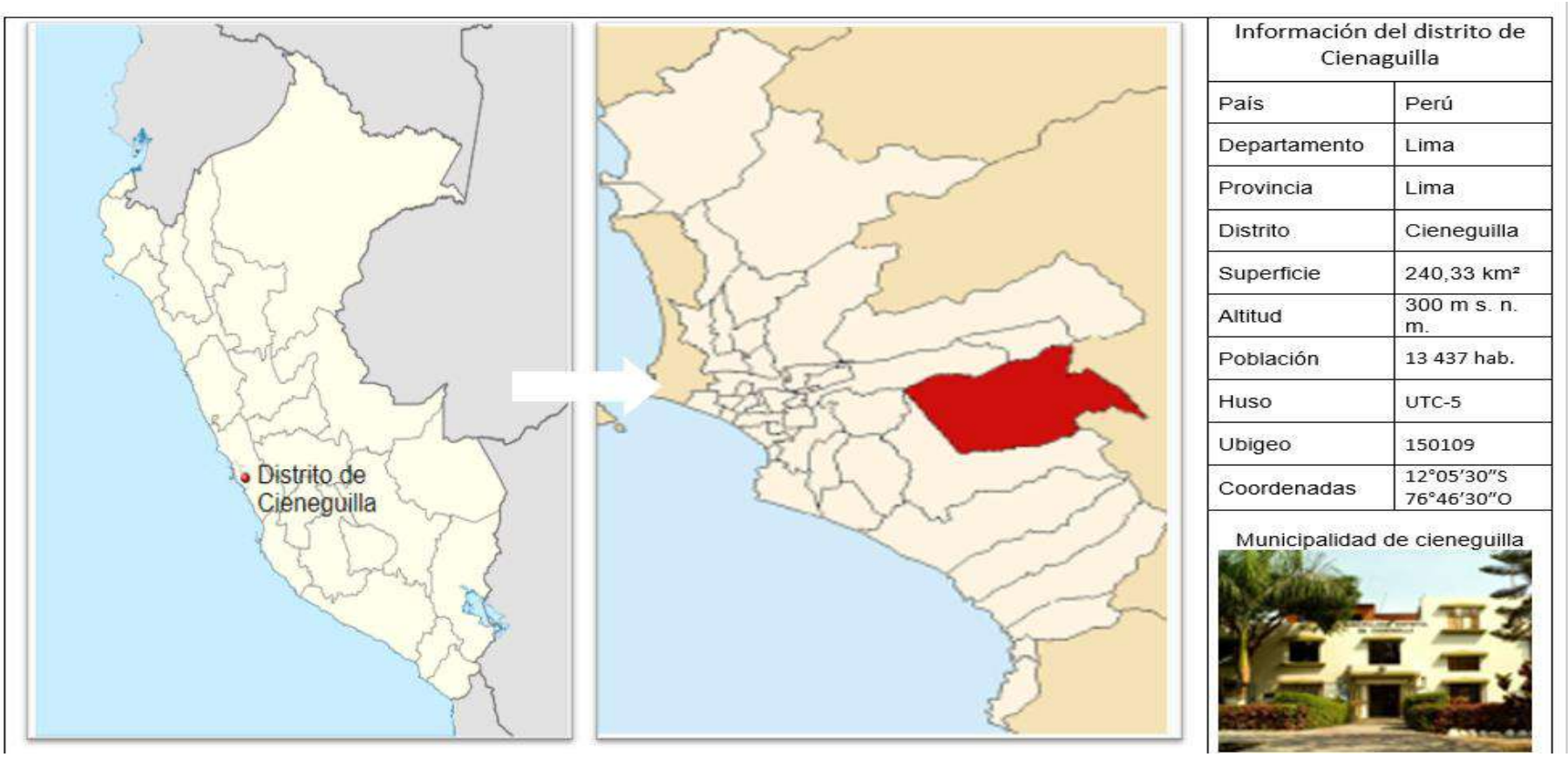
- Método usado para la preparación y compactación de los especímenes.
- Descripción e identificación de la muestra ensayada.
- Humedad al fabricar el espécimen.
- Peso unitario.
- Sobrecarga de saturación y penetración.
- Expansión del espécimen.
- Humedad después de la saturación.
- Humedad óptima y densidad máxima determinados mediante la norma MTC E 115.
- Curva presión-penetración.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.).

ANEXO Nº15

MAPAS Y PLANOS

TEMA: “Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022”

AUTOR: Centeno Samaniego Jonathan Gianmarco

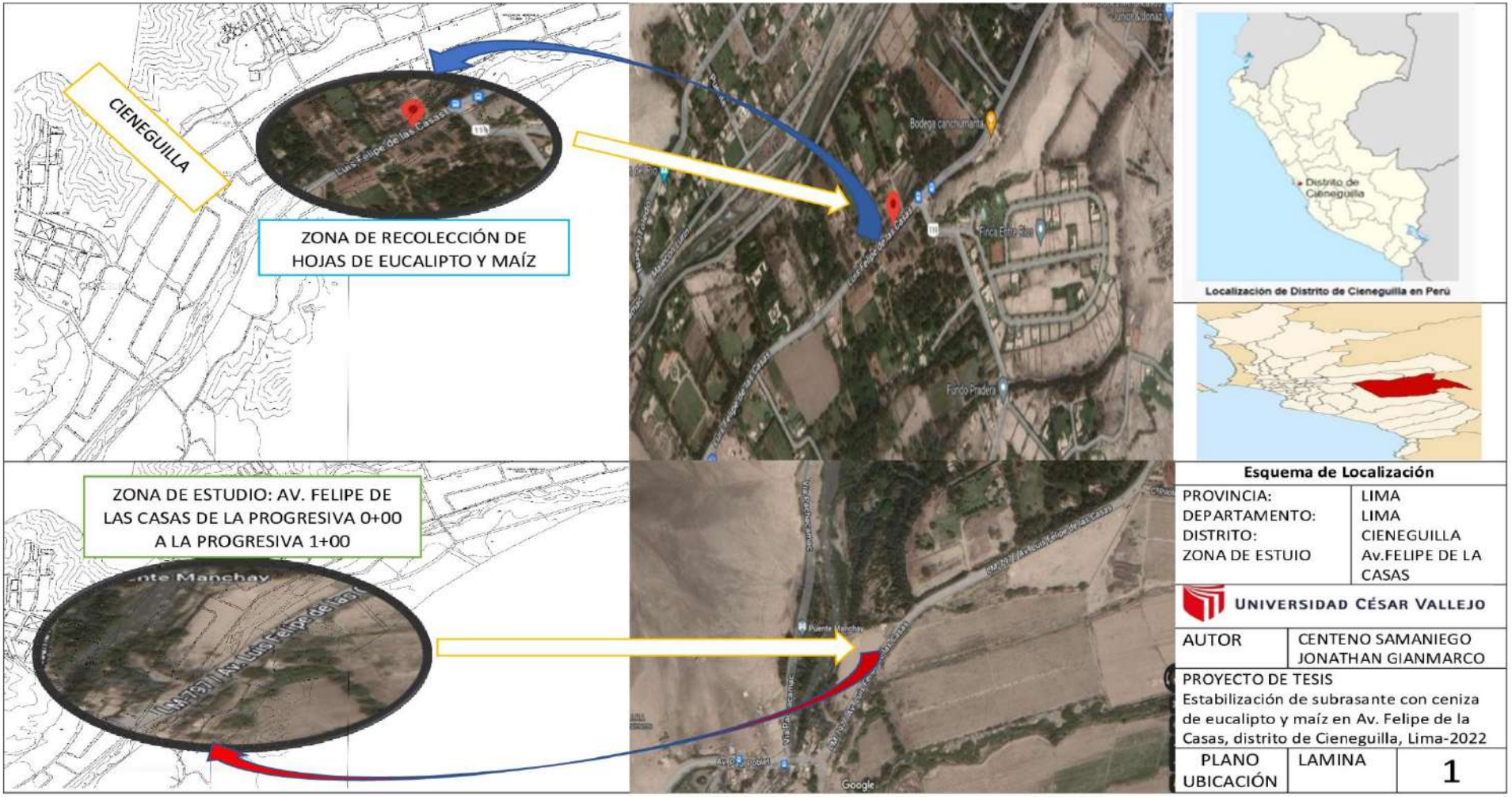


Información del distrito de Cienaguilla	
País	Perú
Departamento	Lima
Provincia	Lima
Distrito	Cieneguilla
Superficie	240,33 km²
Altitud	300 m s. n. m.
Población	13 437 hab.
Huso	UTC-5
Ubigeo	150109
Coordenadas	12°05′30″S 76°46′30″O

Municipalidad de cieneguilla

ANEXO Nº16

PLANO DE UBICACIÓN



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 NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022", cuyo autor es CENTENO SAMANIEGO JONATHAN GIANMARCO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa 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, 22 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	**Firma**
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO **DNI:** 09389936 **ORCID:** 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 22-11-2022 19:08:12

Código documento Trilce: TRI - 0450689

INVESTIGA UCV