



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de  
maiz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash – 2022**

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

**AUTORES:**

Deza Angeles, Christopher Anggelo ([orcid.org/0000-0002-7372-7847](https://orcid.org/0000-0002-7372-7847))

Ramirez Villanueva, Abel Jahel ([orcid.org/0000-0001-8651-8377](https://orcid.org/0000-0001-8651-8377))

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE — PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A mi querida madre por su amor, paciencia; gracias por ser mi motivación más grande y apoyarme en todo momento.

A mi querida hermana por los consejos y apoyo constante que me brindo

A mi querido padre por apoyarme y motivarme a seguir adelante, pese a los momentos difíciles.

### **I.**

A mis padres, por acompañarme y confiar en mí en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

A mis hermanos por su apoyo condicional y a toda mi familia que con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona

### **II.**

## **Agradecimientos**

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 nuestro 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 ingeniera civil.

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenido. ....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	5
III.METODOLOGÍA .....	35
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	35
3.2. Variables y operacionalización.....	36
3.3. población, muestra y muestreo.....	37
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.5. Procedimientos .....	40
3.6. Métodos de análisis de datos .....	49
3.7. Aspectos éticos .....	50
IV.RESULTADOS .....	51
V.DISCUSIÓN .....	89
VI.CONCLUSIONES .....	106
VII.RECOMENDACIONES .....	109
REFERENCIAS .....	110
ANEXOS.....	114

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición de ceniza de residuos de maíz.....	23
Tabla 2. Composición química de la ceniza de hoja de pino. ....	14
Tabla 3. Cantidad de calicatas para exploración de suelos. ....	15
Tabla 4. Numero de ensayos CBR y Mr. ....	16
Tabla 5. Clasificación de suelo- metodología AASHTO.....	17
Tabla 6. Clasificación de suelos según tamaño de partículas.....	19
Tabla 7. Clasificación del suelo según su I.P. ....	23
Tabla 8. Clasificación de suelo según Índice de Grupo .....	24
Tabla 9. Clasificación de subrasante.....	28
Tabla 10. Profundidad de calicatas. ....	47
Tabla 11. Ubicación de calicatas.....	55
Tabla 12. Granulometría de calicata C-01 .....	56
Tabla 13. Composición granulométrica. ....	56
Tabla 14. Granulometría de calicata C-02.....	58
Tabla 15. Composición granulométrica .....	58
Tabla 16. Granulometría de calicata C-03.....	59
Tabla 17. Composición granulométrica .....	59
Tabla 18. Contenido de humedad de suelo natural C-01, C02 Y C-03 .....	61
Tabla 19. Clasificación de suelos .....	62
Tabla 20. Resultados de los limites de atterberg del suelo natural.....	63
Tabla 21. Óptimo contenido de humedad y máxima densidad secasuelo natural.64	
Tabla 22. Resultados del ensayo de CBR del suelo natural .....	66
Tabla 23. Resultado general de propiedades de suelos naturales. ....	67
Tabla 24. granulométrica c-02+ dosificaciones.....	68
Tabla 25. Composición granulométrica .....	68
Tabla 26. granulométrica c-03+ dosificaciones.....	69
Tabla 27. Composición granulométrica .....	70
Tabla 28. Resultado de los limites de consistencia del suelo con adición .....	71
Tabla 29. Resultado de optimo contenido de humedad y máxima densidad seca 75	
Tabla 30. Resultado de ensayo de CBR para muestra patrón + dosificaciones....	81
Tabla 31. Influencia de dosificaciones.....	85
Tabla 32. Dosificacion optima investigación de Garcia Lucia y Saldaña Jhon ....	103
Tabla 33. Dosificación optima en la investigación. ....	104

## Índice de figuras

Figura 1. Ceniza de maíz. ....	17
Figura 2. Hojas de Pino. ....	18
Figura 3. Clasificación de suelo- metodología SUCS. ....	18
Figura 4. Equipo para realizar el análisis granulométrico de un suelo. ....	26
Figura 5. Curva granulométrica ....	27
Figura 6. Equipo para determinar límite líquido de una muestra de suelo. ....	29
Figura 7. Consistencia de suelos cohesivos. ....	12
Figura 8. Muestra de suelo en estado plástico. ....	13
Figura 9. Equipo para determinar el límite líquido del suelo. ....	12
Figura 10. Relación entre óptimo contenido de humedad y peso unitario seco ....	27
Figura 11. Equipo para determinar curva de compactación. ....	29
Figura 12. Equipo para determinar el contenido de humedad. ....	12
Figura 13. Equipo para determinar el CBR. ....	13
Figura 14. Proceso para la identificación del tipo del suelo. ....	30
Figura 15. Proceso de selección del tipo de estabilización. ....	31
Figura 16. Proceso de aplicación. ....	41
Figura 17. Ubicación tallo de maíz-panamericana norte km 441. ....	41
Figura 18. Recolección de los tallos de maíz ....	42
Figura 19. Secado del tallo de maíz. ....	42
Figura 20. Pre quemado del tallo de maíz. ....	43
Figura 21. Tamizado de la ceniza del tallo de maíz. ....	43
Figura 22. Activación térmica de las cenizas de tallo de maíz. ....	44
Figura 23. Ubicación las hojas de pino-panamericana norte km 441. ....	44
Figura 24. Recolección de hojas de pino. ....	45
Figura 25. Secado de hojas de pino. ....	45
Figura 26. Pre quemado del tallo de maíz ....	46
Figura 27. tamizado de la ceniza de las hojas de pino. ....	46
Figura 28. activación térmica de las cenizas de hojas de pino. ....	47
Figura 29. Vista calle 5 AA.HH. San Valentín. ....	47
Figura 30. Ubicación política de Coishco. ....	51
Figura 31. Vista de la ciudad de Coishco desde el mirador. ....	52
Figura 32. Accesibilidad a la zona de estudio desde la ciudad de Chimbote. ....	53

Figura 33. Calicatas en la calle 5 del AA.HH. San Valentín. ....	54
Figura 34. Granulometría C-01 suelo natural. ....	55
Figura 35. Curva granulométrica de C-01.....	57
Figura 36. Granulometría C-02 suelo natural ....	57
Figura 37. Curva granulométrica de C-02.....	58
Figura 38. Granulometría C-03 suelo natural. ....	59
Figura 39. Curva granulométrica de C-03.....	60
Figura 40. Ensayo contenido de humedad. ....	60
Figura 41. Curva del contenido de humedad. ....	61
Figura 42. Determinación del límite líquido y plástico. ....	62
Figura 43. Límites de consistencia del suelo natural. ....	63
Figura 44. Proctor modificado para muestra natural.....	64
Figura 45. Óptimo contenido de humedad del suelo natural.....	65
Figura 46. Máxima densidad seca del suelo natural. ....	65
Figura 47. Ensayo de CBR de muestra natural. ....	66
Figura 48. granulometría para dosificaciones en C-02. ....	67
Figura 49. granulometría para dosificaciones en C-03. ....	69
Figura 50. Determinación del límite líquido. ....	71
Figura 51. Límites de consistencia de suelo patrón + dosificaciones (C-02).....	72
Figura 52. Límites de consistencia de suelo patrón + dosificaciones (C-03).....	73
Figura 53. Determinación Límites de consistencia. ....	74
Figura 54. Desarrollo de Proctor modificado de suelo patrón+ dosificaciones. ....	74
Figura 55. Óptimo contenido de humedad de suelo patrón(C-02) + dosificaciones. .....	76
Figura 56. Óptimo contenido de humedad de suelo patrón(C-03) + dosificaciones .....	77
Figura 57. Máxima densidad seca de suelo patrón + dosificaciones (C-02). ....	78
Figura 58. Máxima densidad seca de suelo patrón + dosificaciones (C-03). ....	79
Figura 59. Muestras para ensayo de CBR sumergidas por 3 días.....	80
Figura 60. Desarrollo de ensayo de CBR(C-02) .....	81
Figura 61. CBR al 95% y 100% de muestra patrón+ dosificaciones(C-02). ....	82
Figura 62. Desarrollo de ensayo de CBR (C-03). ....	83
Figura 63. CBR al 95% y 100% de muestra patrón+ dosificaciones(C-03). ....	84

Figura 64. Grafico de dosificación optima para c-02 y c-03. ....	86
Figura 65. Composición de suelos Peralta Ángel. ....	89
Figura 66. Composición de suelos, patron+09 combinaciones. ....	90
Figura 67. Índice de plasticidad investigación García Alicia y Saldaña Jhon. ....	91
Figura 68. Índice de plasticidad C-02 Y C-03. ....	92
Figura 69. Optimo contenido de humedad investigación García Alicia y Saldaña Jhon. ....	94
Figura 70. Optimo contenido de humedad de muestra patrón+ dosificaciones(C-02-C-03).....	95
Figura 71. Máxima densidad seca investigación Apaza y Quispe .....	96
Figura 72. Máxima densidad seca (c-02 y c-03) .....	97
Figura 73. CBR investigación García Alicia y Saldaña Jhon.....	99
Figura 74. CBR resultante suelo+ dosificaciones(c-03) .....	100
Figura 75. CBR resultante suelo+ dosificaciones(c-02). ....	101

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la adición de cenizas de maíz y hojas de pino en las propiedades de la subrasante en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash – 2022, en el cual se adiciono en 9 combinaciones factoriales de 1.0%, 2.00% y 3.00%. La metodología empleada es de tipo aplicada, presenta un diseño cuasiexperimental, nivel explicativo y un enfoque cuantitativo. La población está constituida por el material de subrasante de la calle 5 A.H. San Valentín, Ancash, cuyo muestreo fueron 03 calicatas, empleándose para las dosificaciones el más crítico. Se realizaron los ensayos de análisis granulométrico, clasificación de suelos, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor Modificado y CBR. Donde se concluyó la dosificación más óptima es la adición de 3.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino, donde presentó una disminución en el IP del 9.4% al 5.5% y el OCH de 13.3% a 10.1% asimismo presentó un incremento en la MDS de 1.75 gr/cm<sup>3</sup> a 1.851 gr/cm<sup>3</sup> y finalmente se concluye que el CBR incremento de 4.51% a 14.01% al 95% de MDS y para un CBR al 100% de MDS de 6.5% a 21.24%.

**Palabras clave:** Cenizas de maíz y hojas de pino, propiedades físicas y mecánicas, subrasante, CBR.

## Abstract

The objective of the investigation was to determine the influence of the addition of corn ash and pine leaves on the properties of the subgrade in Calle 5 A.H. San Valentín, Ancash - 2022, in which 9 factorial combinations of 1.0%, 2.00% and 3.00% were added. The methodology used is of the applied type, it presents a quasi-experimental design, explanatory level and a quantitative approach. The population is constituted by the subgrade material of Calle 5 A.H. San Valentín, Ancash, whose sampling was 03 test pits, using the most critical one for the dosages. The granulometric analysis, soil classification, moisture content, consistency limits, Modified Proctor and CBR tests were carried out. Where the most optimal dosage was concluded is the addition of 3.0% corn ash + 2.0% pine leaf ash, where it presented a decrease in the IP from 9.4% to 5.5% and the OCH from 13.3% to 10.1% as well. presented an increase in the MDS from 1.75 gr/cm<sup>3</sup> to 1.851 gr/cm<sup>3</sup> and finally it is concluded that the CBR increased from 4.51% to 14.01% at 95% MDS and for a CBR at 100% MDS from 6.5% to 21.24%.

**Keywords:** Corn ash and pine needles, physical and mechanical properties, subgrade, CBR.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la infraestructura vial se considera fundamental para el desarrollo socioeconómico de un país, la comunicación terrestre de las poblaciones permite el desarrollo de las sociedades a través del intercambio de bienes, servicios, turismo, cultura etc.

Las poblaciones requieren vías de comunicación terrestre suficientemente adecuadas que permitan poder generar beneficios, inciten a la interacción entre centros poblados, comunidades, ciudades, actualmente las condiciones de la infraestructura vial a nivel mundial se enfrentan a un deterioro continuo, que genera mayores esfuerzos en el mantenimiento y rehabilitación en la infraestructura vial, los cuales requieren presupuestos cada vez más elevados al estado, así mismo el crecimiento continuo de las poblaciones generan la obligación de poseer con nuevas vías en estado optimó. Dado que no todos los suelos cumplen con los estándares básicos para un adecuado desempeño y de calidad de sus propiedades físicas y químicas a los estándares nacionales e internacionales, junto a la realidad ambiental y económica nace la necesidad de el mejoramiento de los suelos con nuevos métodos y materiales que puedan brindar mejor desempeño y resistencia respecto de sus características físicas que actualmente se utiliza. Países como Holanda y España vienen aplicando nuevos métodos frente al beneficio económico a la vez favorezca al medio ambiente, debido principalmente al impacto que genera las obras viales sobre la flora y la fauna, pretendiendo así un manejo optimó con una interacción que afecte al mismo, abriendo paso al uso de materiales amigables y generen un beneficio económico a la sociedad.

A nivel nacional, Según el MTC, nos muestra a la fecha del 2021 D.S. N.º 011-2016-MTC, las Redes Viales que componen el Perú se encuentra conformada por 173 058 km, donde el únicamente el 17% (30 069 km) se encuentra pavimentado y el 83% (142,989km) restante se encuentra compuesta por trocha o afirmados. Generalizando en el ámbito nacional existe un desfase en la gestión de vías donde las zonas rurales productoras agrícolas desarrollan dificultades para con las grandes ciudades donde se genera la exportación e importación hacia el mercado internacional, esta problemática desarrolla un declive en

factores sociales y económico de los centros poblados que afecta el progreso y la calidad de vida de la población.

A nivel Regional, se define Áncash una región en constante crecimiento y desarrollo de la población siendo una necesidad constante incrementar la construcción de vías, así como el adecuado mantenimiento y mejoramiento, en lo cual no se refleja en la población, debido principalmente a que los suelos no cumplen con las condiciones óptimas sus propiedades física y químicas, generando la necesidad de estabilizar los suelos a través de métodos e insumos que aplicando los métodos tradicionales de mejoramiento su coste es elevado que muchas veces las autoridades a cargo no ven factible la inversión elevada para comunidades pequeñas. Ahora si se encontrase materiales estabilizantes económicos de la zona donde se requiere donde faculte de adecuado desempeño y calidad, las inversiones se son más factible para las autoridades generando así un adecuado desarrollo.

A nivel local, el A.H. San Valentín de la ciudad de Coishco de la provincia del Santa, departamento de Áncash perteneciente a la zona costera del Perú, está contemplado suelo en su mayoría de turba en abundantes cantidades de orgánicos y niveles altos de humedad, por la cercanía al mar, sus suelos tienden a generarse blandos presentando poca capacidad de soporte ( $CBR < 7\%$ ) a lo cual nace la necesidad de un aditivo con las características necesarias que ayude desempeño y resistencia óptima.

Teniendo como base que el método clásico de mejoramiento de la capa superficial del suelo consiste en la utilización de cal, nitrato de calcio, cemento portland directamente sobre la subrasante, productos con un coste elevado en el mercado volviéndose inviable muchos proyectos por el costo beneficio que este genera al estado. Siendo Coishco una ciudad agrícola, donde productos como el maíz y el pino se generan en abundancia, se pretende utilizar los residuos resultantes del maíz y el pino productos principalmente como el tallo del maíz y las hojas del pino materiales poco aprovechados en la comunidad, a lo cual busquemos su empleo como un aditivo alternativo para el mejoramiento de la subrasante y que pueda representar un beneficio a la población.

A lo expuesto, se plantea la problemática general: ¿Cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022? Como problemas específicos tenemos: ¿Cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022 ¿Cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022? Y finalmente ¿Cuál es la dosificación óptima de ceniza de maíz - hoja de pino para mejorar las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022?

Se tiene como La justificación teórica, del presente estudio determinar el adecuado comportamiento y la dosificación óptima de la sub rasante al adicionarse ceniza de maíz - hoja de pino, permitiendo aportar datos al conocimiento científico a futuras investigaciones sobre la estabilización de suelos en base a ceniza de maíz - hoja de pino. Así mismo la justificación metodológica en el proyecto pretende aplicar el proceso de investigaciones científicas desarrolladas en el país, sobre aditivos estabilizadores de los suelos, que aporten a la sostenibilidad y desempeño de las vías de comunicación reforzando las propiedades física y mecánicas en suelos que presenten un bajo nivel CBR, siendo este una investigación cuantitativa los datos resultantes permitirán definir la afirmación o negación de la hipótesis, así mismo servirá como apoyo a investigaciones futuras. Justificación técnica; si bien existen aditivos estabilizadores en el Perú tales como la cal el cemento muchas veces no es rentables su aplicación en pequeñas comunidades debido al costo beneficio que trae consigo provocando que no se desarrolle las vías de comunicación, a lo la investigación busca la aplicación de aditivos sostenibles de la ceniza de maíz - hoja de pino a nivel de sub rasante y mejorar sus características esenciales tales como la plasticidad, desempeño, compactibilidad. De esta manera poder lograr un producto óptimo y rentable. Con justificación social ya con la investigación al sector de construcción favorece al existir nuevas alternativas de aditivos estabilizadores más económicos e indirectamente al medio ambiente al dar alternativas de aplicación del exceso

obtenido de sus materias primas. Justificación económica: esta investigación pretende obtener soluciones económicas que permitan optimizar los costes de ejecución del proyecto favoreciendo la viabilidad y el desarrollo de nuevas vías de comunicación. Justificación ambiental; si se incrementa el uso de estabilizantes amigables con el medio ambiente el impacto ambiental se verá reducido permitiendo una mejor interacción entre los proyectos viales y la flora y fauna.

Se plantea como objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022, siendo los objetivos específicos: Determinar cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022. Determinar cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022. Determinar la dosificación optima de ceniza de maíz - hoja de pino para mejorar las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

Finalmente, como Hipótesis general se tiene: El uso de ceniza de maíz - hoja de pino influyen positivamente en las propiedades físico- mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022. Siendo las hipótesis específicas: El uso de ceniza de maíz - hoja de pino influyen positivamente en las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022. El uso de ceniza de maíz - hoja de pino influyen positivamente en las propiedades mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022. La dosificación optima de ceniza de maíz - hoja de pino influyen positivamente en las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de formular esta investigación se interactúa una diversidad de estudios, llevados a cabo años anteriores al presente, como antecedentes internacionales se encuentra: HERNÁNDEZ Y HERRERA (2019) ejecutan una investigación con el objetivo observar el CBR de un suelo de características arcillosa-limosa en las veredas de Liberia de la municipalidad del Viotá Cundinamarca adicionando ceniza de cáscara de café, empleándose en la metodología un enfoque cuantitativo a nivel explicativo, diseño cuasiexperimental, se define la población al suelo de la vereda Liberia en el Municipio de Viotá - Cundinamarca y como muestra a calicatas realizadas en las veredas de Liberia de la municipalidad del Viotá Cundinamarca, se logró los siguientes resultados: al incorporar ceniza de cascarilla de café al suelo en estado natural en dosificaciones (4%,6% y 8%) en función a la masa de la muestra del suelo; se alcanzó un aumento en el CBR, de 5.7% con respecto a la muestra natural para la dosificación del 8%. Se encontró que la utilización de cenizas de cascarilla de café optimiza las características mecánicas de suelo con propiedades arcillosas -limosas.

COBOS, ORTEGÓN Y PERALTA (2019) Realizó una estudio con la finalidad de evaluar los suelos de orígenes de suelos volcánicos estabilizados, con ceniza resultante de la cáscara de coco (CCO) y cisco de café (CFC) empleándose en la metodología un enfoque cuantitativo a nivel explicativo, diseño cuasiexperimental, se define la población al suelo de Monte Madero y como muestra a calicatas realizadas en el monte Madero, se logró los siguientes resultados: al incorporar ceniza de cascarilla de cáscara de coco y cisco de café al suelo con estado natural en dosificaciones (5.00%,10.00% y 15.00%) en función a la masa de la muestra del estrato del suelo; se logró un aumento del CBR de 22.96% con respecto a la muestra natural para la dosificación del 15%. Se llegó a la conclusión que la ceniza CFC y CCO incrementan las características físicas y mecánicas de los suelos.

CLAVERÍA, TRIANA Y VARÓN (2018), efectuó una investigación con la finalidad de estudiar la repercusión de las cenizas resultante de las cascarillas del arroz y el bagazo de las caña en las características mecánicas de suelos de orígenes volcánicos, empleándose en la metodología un enfoque cuantitativo a nivel explicativo, diseño cuasiexperimental, se definió una población a suelos con origen volcánico y como muestra a calicatas realizadas en el nevado de Ruiz y analizan los siguientes resultados, al incorporar las cenizas de las cascarillas del arroz y bagazos de caña al suelo en estado natural en dosificaciones (5.00%,10.00% y 15.00%) en función a la masa de las muestras del suelo, se logró un aumento de las características tanto físicas como mecánicas de los suelos con una proporción óptima del 10% de cenizas de arroz y con la ceniza de bagazo se logró mejoras en las características físicas y mecánicas para la dosificación del 15%. Se llegó a la conclusión que la utilización de la CCA y CBCA en suelos de origen volcánico se convierte en una alternativa económica, amigable al medio ambiente y se lograrían resultados beneficiando las características físicas y mecánicas de los suelos de origen volcánico.

En el ámbito nacional tenemos a IPINCE(2020) que realizó una investigación con intención de estudiar la repercusión de las cenizas de la caña de azúcar de la capa superficial de suelos arcillosos, empleándose en la metodología un enfoque cuantitativo a nivel explicativo, diseño no experimental tipo transversal, se definió una población y muestra al suelo de la calle número 12 del distrito de Víctor Larco Herrera del departamento La Libertad, se obtuvo los siguientes resultados: un incremento del valor máximo de densidad seca en 2.088 (g/cm<sup>3</sup>), para el CBR de 22.40% y una disminución de la expansión máxima de 2.3 con el uso de 15% CBCA, concluye que la ceniza de las cañas de azúcar mejora las características físicas y mecánicas del suelo superficial a nivel de subrasante de un suelo limo-arcilloso (calcificados desde CL a ML).

PERALTA (2020) que realizó una investigación con el objetivo de realizar un análisis de la repercusión de la adición de ceniza de gallinaza para el incremento de las características de la subrasante adicionando distintos porcentajes de ceniza de gallinaza en distintos porcentajes (2.0%, 4.0% y 8.0) en función al peso del suelo, aplicándose en la metodología un enfoque cuantitativo a nivel

explicativo, diseño cuasiexperimental, se definió como población a los suelos en la subrasante de la carretera de la Av. La Esperanza y como muestra calicatas elegidas a criterio del investigador y por conveniencia de acuerdo a la normativa vigente, se obtuvo los siguientes resultados: el suelo estudiado fue A-7-5 (20) según la clasificación AASHTO y como CL según la clasificación SUCS. El porcentaje de 2% de adición logró un incremento en el CBR de un 4% hasta un 6% con un DSM del 95% cumpliéndose con los parámetros especificados por el MTC, se llegó a la conclusión que la dosificación óptima de ceniza de gallinaza es el 4%, logrando un incremento en las propiedades mecánicas (capacidad de soporte).

APAZA Y QUISPE (2022) ejecuto una investigación con la finalidad de mejorar la capa superficial subrasante en la vía de comunicación San Pablo – Chara usando ceniza de cáscara de arroz y tallo de maíz (10%,15%,20%), empleándose en la metodología un enfoque cuantitativo a nivel explicativo, diseño cuasiexperimental, se definió como población a los suelos de la subrasante de la carretera de la Av. La Esperanza y como muestra calicatas elegidas a criterio del investigador y por conveniencia de acuerdo a la normativa vigente, se alcanzó como resultado lo siguiente: las muestras de suelos analizados es denominada como pobre posee una MDS de 1.75 gr/cm<sup>3</sup>, CBR de 3.7% y 4% al 95% y 100 % respectivamente, al adicionar 15% de cenizas de cáscaras de trigos y tallos de maíz se obtiene un valor máximo de la densidad seca de 17.89%, CBR 15.5% y 23.2% al 95% y 100 % respectivamente, se concluye que el suelo crítico clasificado como pobre, presentó un aumento en su resistencia al incorporar el 15% de ceniza.

Para la investigación se tuvo cuenta los siguientes artículos de investigación:

OJEDA, FARIAS Y BALTAZAR (2018) en la revista ALCOMPAT 8 (2), pp. 194 – 208, ejecutó una investigación en la que evaluó la repercusión de la ceniza de bagazos de la caña de azúcar (CBCA) en las propiedades de un suelo granular, la metodología en la investigación presenta un diseño cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo, definido como población y muestra al suelo obtenido del banco de materiales del Castillo de la ciudad de Xalapa en México, se obtuvo los siguientes resultados: la composición química del CBCA presentó SiO<sub>2</sub> en mayor

porcentaje(62.66%) obteniendo propiedades puzolánicas , se concluye que al calcinar residuos del cultivo de cañaza de azúcar se obtiene CBCA , estas cenizas presentan propiedades puzolánica que mejoran las propiedades resistentes (CBR), de los suelos.

JAMES (2019) en la *Revista Facultad de Ingeniería* vol.28, n.50, pp.44-61, efectuó una investigación donde evaluó los beneficios del uso de cenizas de polvo de aserrín en las propiedades del suelo, la metodología en la investigación presenta un diseño cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo, donde indica como población y muestra al suelo expansivo del distrito de Thiruvallur de Tamil Nadu, India, se concluyó los siguientes resultados: La utilización de la cenizas de aserrín incrementó la resistencia en un 8% a los 7 días de curado y el 19% a los 28 días de curado. concluye en que la ceniza de aserrín mejora las características resistentes del suelo, obteniendo que se reduzca el espesor del pavimento hasta un 8.3%.

GOÑAS Y SALDAÑA (2020) en la Revista científica UNTRM. Ciencias naturales e ingeniería; Vol. 3, No 1 ,30-35, ejecutó una investigación con la finalidad de evaluar la repercusión que las cenizas de carbón proveniente en la optimización de las características mecánicas del suelo, la metodología en la investigación presenta un diseño cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo, denomina la población y muestra al suelo de la calle Las Lomas, Chachapoyas, se concluye los siguientes resultados: en la dosificación del 25% de incremento de cenizas de carbón se obtuvo CBR de 3.5% y 3.7% como máximo no llegando a superar lo establecido por la norma (6%), por lo cual se concluye lo siguiente: que la ceniza de carbón al 25% de adición no brinda un mejor comportamiento al suelo de la zona de estudio.

As research in other languages, GUPTA, AGRAHARI, RAI, AKHTER Y KUMAR (2022) ,in The international magazine in engineering and technology of the UNAM aims to carry out an experimental study to stabilize soils based on rice husk ash and bagasse ash, the soil to be stabilized is an expansive soil, the methodology in the investigation presents an experimental design a with quantitative approach, indicates a population and sample of expansive soils, the following result was obtained that the additions of rice husk ash and bagasse ash to the soil, achieve

an improvement in the mechanical and physical properties of the soil. expansive soil. It is concluded that rice husk and bagasse ashes are eco-friendly additives with the environment and soil stabilizers with poor characteristics, improvement of the physical and mechanical characteristics of soils.

YUYI, YUNHE AND GUAQUING (2019) in *Advances in Civil Engineering Vol(2)*, p. 1-17, Its objective was to stabilize expansive soils using cementitious material based on ash from the rice husk residue, The research methodology presents an experimental presents designed with a quantitative approach, defines the population and sample of expansive soils located about 10 km southeast of Xuanfeng city in Jiangxi province, China, the following results were obtained: after mixing the lime with the rice husk residue and the expansive soil, the fine particles of the expansive soil are reduced and the particles thick increase correspondingly. As the dosage of lime and ash from the rice husk residue increases, the specific surface of the subgrade notably increases the CBR and, at the same time, increases the average size of the particles. It is concluded that the mixture of lime and rice husk ash forms a very strong cementitious material, ideal for the treatment of expansive soils.

FREITAS (2018) como finalidade de promover o uso da cinza da casca de arroz produzida pela Indústria Cerâmica de Roraima, para estabilizar quimicamente o solo do estado de Roraima para pavimentação de estradas, utilizando uma metodologia com abordagem quantitativa de nível explicativo, delineamento experimental, o solo do estado de Roraima foi tomado como população e covas escolhidas a critério do pesquisador e por conveniência de acordo com as normas vigentes foram obtidos, os seguintes resultados foram obtidos: o solo analisado é classificado como A1-a com índice de grupo igual a zero. Obteve-se um percentual ideal de 6% de cinzas, que atinge um aumento na resistência à compressão simples e CBR, conclui-se que o aumento de cinzas tende a diminuir o valor de CBR, para o qual a cinza deve ser utilizada para o índice de sub-base.

MORAIS, PEREIRA, SOUZA Y CARDOSO (2018) na Revista de DC MATERIA, vol.22 no.3., tem como finalidade avaliar o potencial de uso das cinzas de cascas de arroz (CCA) como puzolânica, atuando em conjunto com a cal no processo de estabilização química de um solo residual na região de São Paulo. A metodologia de pesquisa apresenta um delineamento experimental com abordagem quantitativa, com amostra populacional e de solo dos subleitos de São Paulo, os seguintes resultados foram obtidos: A adição de cal hidratada ao solo provocou uma queda no parâmetro IP, sendo mais influenciado o parâmetro LP do que o LL, passando de 15,6% para 17,3%. Ao adicionar cal hidratada com CCA, também houve diminuição do IP, porém em menor percentual, observando que, novamente, o LP influenciou mais que o LL, com o aumento de 15,6% para 18,6%, conclui-se que a adição de CCA como aditivo auxiliar da cal a ser utilizada na estabilização química de solos tende a diminuir as propriedades plásticas, como o índice de plasticidade, e aumentar a umidade ótima necessária na compactação e a diminuição da densidade seca aparente.

Como bases teóricas tenemos a, Cherre y Sandoval que nos define a las cenizas como: “los materiales que se obtiene productos de la combustión de materias orgánicas o inorgánicas como carbón, cascara de arroz, tallos de maíz pinos etc. El residuo resultante es un polvo con finas partículas al se denomina ceniza”. (2019, p.22).

Apaza y salcedo, agregan en la definición de las cenizas como: “Materiales cementosos con propiedades cohesivas y adhesivas, con propiedades cementantes y estabilizantes obtenidos del proceso de calcinación, ya sea de proceso artificial o natural”. (2019, p.6).

Asi mismo complementa, señalando a la norma ASTM C 618-03, donde indica que:

“Existe 3 tipos de cenizas: Clase N: Puzolanas de origen natural, como algunos suelos producto de la erupción de volcanes; opalinios y pizarras etc. Clase F: Cenizas volantes derivadas de la incineración de carbones antrazítico. Clase C: Ceniza procedente de la incineración de carbones sub bituminoso. Esta clase de ceniza tiene características cementantes”. (Apaza y Salcedo ,2019, p.7).

Las cenizas de materiales puzolánicos contienen componentes base para la estabilización de subrasantes debido a sus propiedades, son cenizas estructuradas por polvos de partículas finas y compuesto silíceo que reacciona químicamente con la presencia del agua donde el compuesto del hidróxido de calcio entra en conexión con el agua, y libera agentes cementosos y compactantes valores importantes para la compactación de suelos. (Juarez,2022, p.25).

Este tipo de propiedades dependen del origen del tipo de material puzolánico, en el caso de las puzolanas naturales y las cenizas volantes, están compuestas por tres elementos en mayor porcentaje: silicio, aluminio y hierro, aunque se presentan en menor porcentaje Magnesio, calcio, sulfatos y álcalis, por lo cual los óxidos componen el 75% y 95% del total del material. (Apaza y Salcedo,2019, p.7).

“Puzolanas Naturales. Estos materiales son de procedencia volcánica producidas por acciones eruptivas. Este material tiene un elevado carácter vítreo. Desde hace mucho tiempo se viene usando estas puzolanas en la industria de la construcción”. (Apaza y Salcedo,2019, p.6).

Puzolanas Artificiales. Estos materiales son residuos industriales que poseen actividad puzolánica. Este material es muy empleado en el campo de la construcción, se tiene a la ceniza volante, el humo de sílice, ceniza de hojas de pino de arroz, etc. (Apaza y Salcedo,2019, p.7).

Las cenizas puzolánicas son materiales que se convierten en una alternativa para ahorrar recursos, cuidar el medio ambiente y optimizar las propiedades de las materias primas en la construcción. (Apaza y Salcedo,2019, p.8).

Citando a hurtado, define a el maíz como:

“Es un grano caracterizado por un tallo largo y sólido (en lugar de hueco como sus parientes cercanos) terminado por una mazorca o mazorca (inflorescencia femenina) con semillas dispuestos a lo largo de su eje. El maíz es un alimento rico en carbohidratos que se ha convertido en el alimento más producido a nivel mundial debido a su extrema adaptabilidad. Se cultiva ampliamente en todo el continente de América, El Perú es considerado como uno de los principales importadores de Sudamérica puesto que presenta una gran producción industrial del producto tanto en la costa como en la sierra del país”. (2020, p. 13).

El maíz se divide en tres partes el tallo, hoja y rosca donde en la producción, agrícola el tallo de maíz se define como los residuos obtenidos producto de las cosechas de la planta este componente representa más del 80% del peso total del maíz, la composición química producto de la incineración del tallo de maíz es en su mayoría componentes de calcio (Ca) y Silicio (Si) las cuales son clasificados como componentes puzolánicos donde indica que la temperatura óptima para su calcinación está en los rangos de 390° a 420° por un plazo de 2 horas (Ccahuata,2021, p. 10)

Tabla 1. Composición de ceniza de residuos de maíz

Componente	Simbología	%
Silicio	SiO <sub>2</sub>	70.2
Aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.1
Calcio	Cao	24.7

*Fuente: (Cherre y Sandoval,2019, p. 22)*

La ceniza de tallo de maíz se convierte en un material útil para incrementar las propiedades de los suelos pobres, puesto que posee características puzolánicas. Contiene propiedades cementantes que puede ser usado en la elaboración de concreto, morteros y para estabilizar suelos pobres. (Cherre y Sandoval, 2019, p.22).



Figura 1. Ceniza de maíz.

Reyes describe al Pino como: “Pino: árbol perenne pertenece a la familia de las “pináceas”, oriunda del suroeste de los EE.UU., principalmente en California [...]”. (Reyes,2018, p.21).

El pino se categoriza como un árbol de altura media, de unos 30 metros de altura. Que contiene la ventaja que es una especie de crecimiento rápido, con troncos que superan las 40 pulgadas (~1 m) de diámetro durante un período de 25 a 35 años. Tiene una copa plana o abovedada cuando madura, las ramas inferiores se extienden. Posee un tronco recto con gruesas arrugas de color marrón rojizo. Las hojas miden unos 15 cm de largo. Ovococcus de 7-14 cm de largo, en pares o verticilos de 3-5, con escamas externas muy prominentes. (Reyes,2018, p.22).

Reyes define la ceniza de hojas de pino como un: “Producto que se obtiene al incinerar hojas de pino. Este material se convierte en un material útil para incrementar las propiedades en los suelos pobres por poseer características puzolánicas”. (2018, p.20).



Figura 2. Hojas de Pino.

La ceniza de hojas pino se obtiene producto de la calcinación de las ramas obtenidas producto de extracción manual del árbol “Pinus Radiata” este componente representa el 10% del peso total del maíz, producto de la incineración las hojas de pinos en su mayoría se encuentran compuesta de óxido de potasio ( $K_2O$ ) y Oxido de Calcio ( $CaO$ ) las cuales son componentes puzolánicos, la temperatura óptima para su calcinación está definida en los rangos de  $600^\circ$  a  $620^\circ$  por un plazo de 2 horas. (Reyes,2018, p. 53)

Reyes, (2018), obtuvo los componentes químicos de las cenizas de hojas de pino mediante la técnica de fluorescencia de rayos X (FRX): obteniéndose los siguientes resultados (2018, p. 54)

Tabla 2: Composición química de la ceniza de hoja de pino

Ceniza	K2O	CaO	MgO	AlO3	P2O5	SiO2	Fe2O3	MnO	OTROS
	47.304	16.076	13.324	9.065	5.219	4.48	2.429	1.686	0.345

Fuente: (Reyes, 2018, p. 54)

Guía, define a la subrasante como:

“El estrato superior de los suelos, que estará a cargo de soportar la estructura de las carreteras, este conformada por partículas que requieren de ciertas propiedades, tomándose como criterio principal que las cargas de diseño que se transmite producto del tránsito no afecten el armazón”. (2021, p. 12)

A lo que se concluye a la subrasante como la capa de suelos superficiales conocida como terreno natural, que sirve de apoyo para la armazón del pavimento de las infraestructuras viales. Esta capa está constituida por suelos con propiedades físicas y mecánicas que debe cumplir con las características mínimas admisibles según la normativa vigente y debidamente compactado por capas cumpliendo con los parámetros. Debido a que recibe directamente las fuerzas que genera el movimiento vehicular. (Guía, 2021, p. 12).

Así mismo Butron, argumenta a el suelo como: “Un conjunto de partículas en diversos tamaños, [...] estas son transportadas en el viento, agua, lluvias, entre otros; estas se quedan en la capa superficial formando partículas más compuestas a diferentes tipos de estratos” (2022, p. 9).

El suelo es un material que, por su estructura natural, puede presentar diferentes propiedades físicas y químicas, en las que existen estratos que varían desde su distribución, textura, geometría, densidad y otros elementos. (Butron, 2022, p.9).

“La textura del suelo se caracteriza por contener diferentes dimensiones de partículas, que pueden juzgarse y clasificarse más fácilmente por granulometría”. (Butron, 2022, p. 9).

El suelo se clasifica según el tamaño de sus partículas, grava es el suelo que tiene como tamaño de partículas desde 4.75 mm hasta 75 mm, arena es el suelo que presenta partículas desde a 0.425 mm hasta 4.75 mm, limo con partículas desde 0.005 mm hasta 0.075 mm y arcilla con partículas inferiores a 0.005 m. (Butron, 2022, p. 9).

“El estudio de la mecánica suelo es primordial tanto para el hallazgo de las propiedades de los suelos, así como para el óptimo diseño de la estructural de los pavimentos”. (Butron, 2022, p. 9).

Según el MTC (2014), hacen mención para los estudios de anteproyecto que:

“Las excavaciones de calicatas y las pruebas realizadas como parte de este (estudio de factibilidad, pre factibilidad o perfiles) pasarán a formar parte del estudio final, siendo sólo necesarios pruebas complementarias a los de pre inversión los mismos a los de que eventualmente sirva como evidencia [...]”. (2014, p. 32)

Los ensayos que formarán parte del estudio del anteproyecto o definitivo que permitan determinar las características o propiedades de la subrasante, ya sean mecánicas o físicas, se deben realizar investigaciones mediante excavaciones de calicatas, las cuales deben tener al menos 1.5m de profundidad; estas calicatas serán de forma alternada y longitudinalmente, con distancias aproximadamente iguales; el número de calicatas que se deben realizar en un estudio, está determinado por el tipo de carretera, como se muestra en la siguiente tabla: (MTC,2014, P.32)

*Tabla 3: Cantidad de calicatas para exploración de suelos*

Tipo de carretera	Profundidad	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 Calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras multicarril o duales	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 Calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de primera clase	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	4 calicatas x km	Calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de segunda clase	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	3 calicatas x km	
Carreteras de tercera clase	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	2 calicatas x km	
Carreteras de bajo volumen de tránsito	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicatas x km	

*Fuente: (MTC, 2014, p. 28)*

El MTC, define para la cantidad de ensayos indicados en el cuadro:

“Aplicado para estructuras viales nuevas, en reconstrucción y reforzamiento. En caso, de estudios de factibilidad o viabilidad se efectuará el número de ensayos indicados en el cuadro referido, serán distanciadas cada 2km en lugar de cada km [..].” (2014, p. 29)

En la tabla 3, se indica el número de calicatas para estructuras viales nuevas en reconstrucción o en reforzamiento, cuando se realiza para estudios de perfil, se puede utilizar información que existe del tramo, de no existir se usará la tabla 1. (MTC, 2014, p.29)

En el caso de tramos que presenten longitudes mayores a 0.5km y menores a 1 km el número de calicatas será en función la imagen N°3 y en caso la longitud sea menor a 0.5km la cantidad de las calicatas a realizarse serán divididas a la mitad de lo que indica el cuadro (MTC, 2014, p. 29)

Cuando, existe presencia de suelos expansivos, orgánicos, basura, etc., en aquellos casos las calicatas que se realicen deben ser con mayor profundidad, delimitando sectores con subrasante inadecuada o pobre, para estabilizar o mejorar dicho suelo, mediante estudios geotécnicos de estabilidad y asentamiento, estos estudios también se deben realizar cuando existen terraplenes con una altura mayor a 5m. (MTC, 2014, p.29)

La cantidad de ensayos de CBR y N° Mr, dependerá del tipo de carretera como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 4: Numero de ensayos CBR y Mr*

Tipo de carretera	N.°Mr y CBR
Autopistas	Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido
Carreteras multicarril o duales	Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km x sentido y 1 CBR cada km x sentido
Carreteras de primera clase	Cada km se debe realizar un CBR
Carreteras de segunda clase	Cada 1.5km se debe realizar un CBR
Carreteras de tercera clase	Cada 2 km se debe realizar un CBR
Carreteras de bajo volumen de tránsito	Cada 3 km se debe realizar un CBR

*Fuente: (MTC, 2014, p. 33)*

El MTC, manifiesta que el número de ensayos indicados solo es válido en:

“La aplicación para estructuras viales nuevas, en reconstrucción y reforzamiento. En caso, de los estudios de factibilidad o viabilidad se efectuará la cantidad de ensayos que indica la imagen, por 2 veces la distancia definida [...]” (2014, p. 33)

Este número de ensayos se aplica en pavimentos en mejoramiento, reconstrucción o nuevos; para estudios de viabilidad se debe efectuar las cantidades de ensayos por dos veces la longitud que se indica; además, para estudios de perfil se puede usar información secundaria existente del tramo, cuando no exista aquella información se realizará lo que indique la tabla 2 pero x 3 la longitud indicada. (MTC, 2014, p. 33)

“Cuando un tramo tiene menor longitud a la indicada en la tabla 3, se debe tomar como cantidad de ensayos a la mínima propuesta en la tabla”. (MTC, 2014, p. 33).

Dado la variedad de suelos presentes y la necesidad de sistematización científica existen dos metodologías para clasificar un suelo: Metodología AASHTO y Metodología SUCS. (Guía, 2021, p. 15).

*Tabla 5. Clasificación de suelo- Metodología AASHTO.*

Clasificación general Grupo	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm						Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm					
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Símbolo	A1 - a	A1 - b		A2 - 4	A2 - 5	A2 - 6	A2 - 7				A7 - 5	A7 - 6
Análisis granulométrico												
% que pasa por el tamiz												
2 mm	máx. 50											
0.5 mm	máx. 30	máx. 50	máx. 50									
0.08 mm	máx. 15	máx. 25	máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35
Límites Atterberg				máx. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	min. 40	min. 40
Límites de liquidez Índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 10	máx. 10	min. 10	min. 10	máx. 10	min. 10	min. 10	min. 10 IP<LL-30	min. 10 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: (MTC, 2014, p. 35).

Guía, describe la clasificación AASHTO como el sistema que:

“Clasifica los suelos en 8 grupos denominado por rangos consecutivos del A-1 al A-8. Las capas de suelos no orgánicos se ordenan en 7 subgrupos de A-1 al A-7. De igual manera, se encuentran divididos en 12 campos. Las capas de suelo con más alta presencia de sustancia orgánicas se categorizan A-8”. (2021, p. 15).

La clasificación por el sistema AASHTO comprende la categorización en 8 campos, este sistema se fundamenta en dos criterios Dimensión: (suelos granulares mayores que no rebasan la Red N° 200 se denominaran grava y arena y suelos finos que rebasan la red N°200 denominados limos y arcillosos) y Plasticidad (los suelos finos denominados limos y arcillas se categoriza en función del índice de plasticidad, las cuales están relacionadas a sus propiedades mecánicas). (Guía, 2021, p. 15).

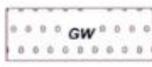
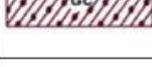
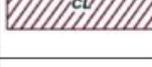
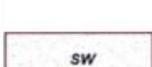
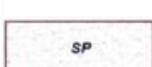
	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja
	Grava mal graduada, mezcla de arena - grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena - arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava - arena - arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micácea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánica		

Figura 3. Clasificación de suelo- Metodología SUCS.

Guía, Señala la metodología SUCCS como el sistema que:

“Permite clasificar los suelos de acuerdo a sus características, contemplando los límites de plasticidad y la finura, esta metodología fue desarrollada por Arthur Casagrande alrededor del año de 1942 definiendo dos principales grupos de suelos: grano grueso representados con G o S y grano fino representado con M, C, y Pt.” (2021, p. 16).

La metodología SUCCS permite la clasificación de suelos en base las propiedades físicas-mecánicas, la metodología permite clasificar los suelos en dos principales grupos: los estratos de suelos con grano grueso denominado a la muestra tamizada donde el 50% del material no atraviesa la red N° 200 definido con terminologías G o S y los estratos de suelos con granos finos mayor o igual 50% e atraviesa la red N° 200 represento con las terminologías M, C, Y Pt (Guía, 2021, p. 16).

Para realizar esta investigación se indagará sobre las propiedades físicas de la subrasante (Contenido de Humedad, Granulometría, Límites de Atterberg) y como propiedades mecánicas (CBR) de la subrasante, Máxima Densidad.

Guía define la granulometría como: “La clasificación gradual de los suelos, permite determinar los porcentajes en la que participan las partículas del suelo según el tamaño” (2021, p. 25).

La granulometría permite relacionar el repartimiento de tamaños de las partículas que la condescienden y se determina mediante el análisis granulométrico. Para saber la calidad de un suelo según su distribución se tendrá en cuenta los coeficientes de curvatura y el de uniformidad. (Guía, 2021, p. 25).

*tabla 6: Clasificación de suelos según tamaño de partículas*

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
Material fino	Limo	Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
	Arcilla	0.075 mm - 0.005 mm
		Menor a 0.005 mm

*Fuente: (MTC, 2014, p. 36)*

Roque, define el coeficiente de curvatura como: “el diámetro de la malla, donde ingresa el 30% de la masa de la muestra de suelo elevado al cuadrado, dividido entre la multiplicación de los diámetros de la malla por donde ingresa el 10% y 60% de la muestra.” (2022, p. 19).

A la vez Roque, define el coeficiente de uniformidad como: la Correlación entre el agujero por donde traspasa el 60% y el 10% en masa de las muestras totales del suelo, cuando el coeficiente de uniformidad presenta un valor inferior a 2 se considere muy uniforme a suelo y si presenta un valor entre 2 y 5 es considerado como suelo uniforme”. (2022, p. 19).

“El ensayo para realizar el análisis granulométrico es establecido en La MTC E 107 donde establece los procedimientos para determinar de manera cualitativa la distribución de tamaños de las partículas de una muestra de suelo. Mediante este método se halla los porcentajes que pasan por los diferentes tamices”. (Roque, 2022, p. 19).



Figura 4. Equipo para realizar el análisis granulométrico de un suelo.

La interpretación de los resultados es definida a través de una gráfica que índice el valor del material en base de los porcentajes retenidos para cada N° de malla. (Guía, 2021, p. 19)

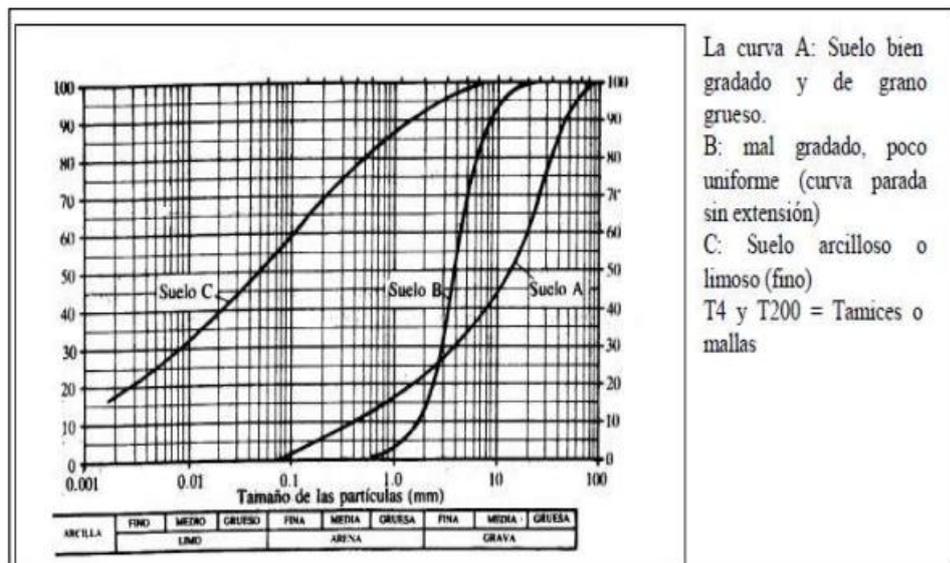


Figura 5. Curva granulométrica.

Roque define los límites de Atterberg como:

“Los límites de consistencia corresponden cuando los suelos con una distribución uniforme de la humedad se comparan frente a fuerzas externas y presentan variación de su consistencia, se pueden definir cuatro consistencias, iniciando en un estado sólido (muestra seca) con la adición del agua pasa un estado semisólido continuamente cuando haya más presencia de agua en la muestra pasa a un estado plástico y como ultimo el líquido donde se comporta como un fluido de baja consistencia. Los puntos de transición de un estado a otro son los que se denomina límite de contracción, elástico y líquido. [...]” (2022, p. 19).

Los límites de consistencia permiten clasificar y describir la conducta de una muestra de suelo ante una fuerza externa. Se definen los siguientes limites: El límite líquido es la cantidad máxima de agua contenida en una muestra de suelo, con la condición de no modifica del estado plástico al estado líquido. Para obtener el límite liquido se tiene en cuenta los procedimientos establecidos en la norma MTC E 110. (Roque, 2022, p. 19).



Figura 6. Equipo para determinar límite líquido de una muestra de suelo.

El límite líquido se describe como la máxima la cantidad humedad presente en una muestra antes que este se comporte como un líquido, en este estado la muestra presenta poca plasticidad con un comportamiento de un fluido viscoso. (Roque, 2022, p. 19).

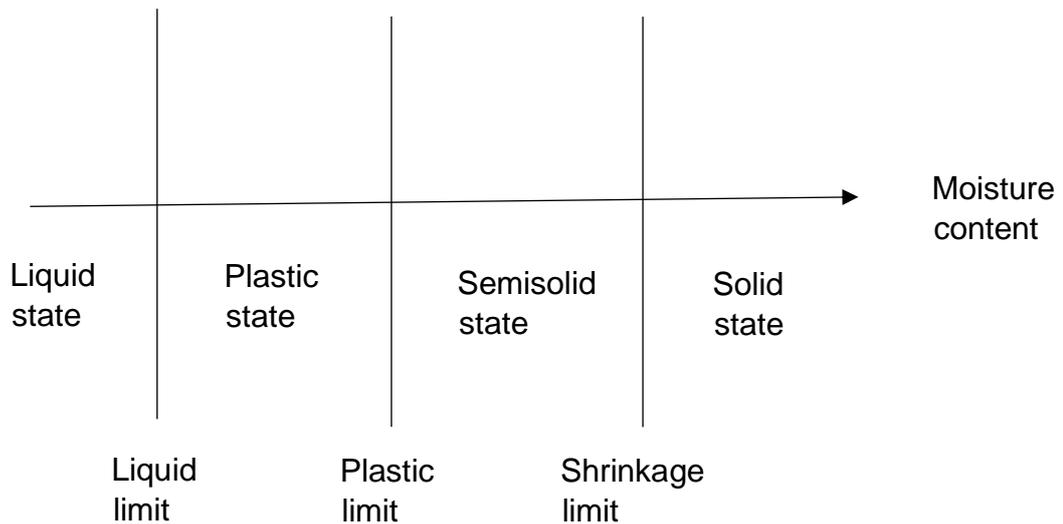


Figura 7. Consistencia de suelos cohesivos.

El límite plástico es donde la cantidad de humedad presente es mínima que admite que una muestra de suelos retorne a su estado plástico. En este estado plástico, una muestra de suelo puede deformarse, incrementar su tamaño o agrietarse. El estado plástico se obtiene siguiendo los procedimientos establecidos por la norma MTC E 110. (Roque, 2022, p. 19).



Figura 8. Muestra de suelo en estado plástico.

El índice de plasticidad (I.P) definido como las diferencias del límite plástico con el límite líquido, indica el importe de agua que posee una muestra de suelo en su estado plástico antes de retomar al estado líquido. Este índice depende del porcentaje de arcilla que se encuentra en su interior. (Roque, 2022, p. 19).

$$IP = LL - LP$$

Para determinar el límite líquido del suelo. La MTC E 111 establece los procedimientos para obtener el I.P de una muestra de suelo. El índice de plasticidad permite obtener parámetros para poder clasificar una muestra de suelo. (Roque, 2022, p. 20).

En la siguiente tabla se visualiza la clasificación del suelo, teniendo en cuenta la plasticidad en su composición:

Tabla 7. Clasificación del suelo según su I.P.

I.P	Plasticidad	Descripción
20<	Alta	Alto contenido de arcilla
<=20	Media	Presencia de arcilla (media)
>7	Media	Presencia de arcilla (media)
<7	Baja	Bajo contenido de arcilla.
0	NP	No presenta contenido de Arcilla

Fuente: (MTC, 2014, p. 37)

“Se debe tener en consideración que los estratos de suelos con altos contenidos de arcillas, se considerara peligroso para establecerlo como capa subrasante, debido a afines con el agua que en su mayoría produce suelos expansibles” (Roque, 2022, p 20)

Se define como índice de grupo, como el agrupamiento de un suelo, normado por ASSHTO en base los limites atterberg, en función a la siguiente formula:

$$IG = 0.2(\alpha) + 0.05(ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

a = F – 35, F= porcentaje de la cantidad que supera al tamiz N° 200, indicado en números de 1 a 40

b= F – 15, F=valor en porcentaje de la cantidad que supera al tamiz N° 200, indicado en números de 1 a 40

c= LL – 40, Se expresa en números entre 0-20

d= IP – 10, Se expresa en números entre 0-20

“Tenga en consideración que el índice de grupo resultante es un valor absoluto de 0 a más; cuando el Índice de Grupo es inferior a 0, se establecerá en 0; significa que el suelo es muy bueno”. (MTC, 2014, p 33)

*tabla 08: Clasificación de suelo según Índice de Grupo*

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG > 9	Inadecuado
4 < IG < 9	Insuficiente
2 < IG < 4	Regular
1 < IG < 2	Bueno
0 < IG < 1	Muy bueno

*Fuente: (MTC, 2014, p. 38)*

“La MTC E 110 establece los procedimientos para poder determinar el Límite de consistencia (ASTM D4318). Este método se utiliza como parte fundamental para el agrupamiento de tipos de suelos. Los Límites líquidos, plásticos e índice de Plasticidad están ligados a otras propiedades del suelo, estos valores sirven al profesional para tomar disposiciones en la industria de la ingeniería”. (Ramírez, 2022, p. 14).



*Figura 9. Equipo para determinar el límite líquido del suelo.*

Guía, describe el ensayo del Proctor Modificado, como:

“Uno de los primordiales ensayos para la compactación de una capa de suelo puesto permite obtener y correlacionar valores, que permiten desarrollar una adecuada compactación y así poder obtener una resistencia óptima del suelo” (2021, p.20)

Este ensayo es ampliamente utilizado en la compactación de suelos puesto permite determinar, el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca de la capa superficial de un suelo través de la iteración es posible desarrollar una gráfica denominada curva de compactación, donde permite obtener la humedad óptima del suelo para poder realizar una compactación de la máxima densidad posible para el suelo (Guía, 2021, p. 20).

La compactación define la resistencia la deformación a largo plazo del estrato del suelo desarrollado a través de métodos mecánicos donde se obliga a las partículas a permanecer unidos por medio de la dispersión de vacíos, provocando el cambio de volumen del suelo, implicando un incremento en la densidad. (Guía, 2021, p 20)

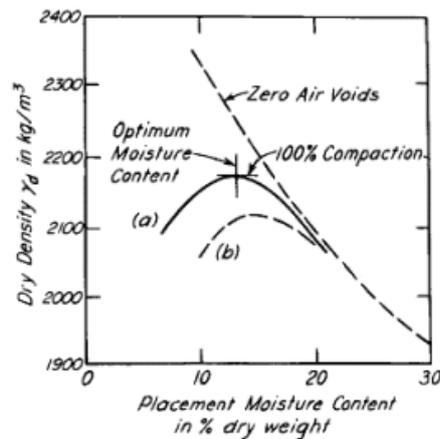


Figura 10. Relación entre óptimo contenido de humedad y peso unitario seco

Para el adecuado desarrollo del Ensayo Proctor Modificado el (ASTM D-1557). Establece los procedimientos para lograr hallar la densidad máxima seca y la óptima cantidad de humedad de un estrato de suelo. Hallado a través de la iteración de muestras A través de la curva de compactación halla. (Ipince, 2020, p. 21).



Figura 11. Equipo para determinar curva de compactación

Guía describe el ensayo de contenido de humedad como: “el porcentaje de agua que posee una muestra de suelo en función a la masa de la muestra, el contenido de humedad permite correlacionar con el óptimo, [...]” (Guía, 2021, p. 20).

La humedad natural es una característica primordial del suelo, si esta es semejante al humedecimiento óptimo permite acrecentar la calidad de compactación, si la humedad es mayor o menor al humedecimiento óptimo se propondrá incrementar la compactación, airear o saturar los suelos. (Guía, 2021, p. 20).

El ensayo para determinar el contenido de humedad es el MTC E 108, donde se definen los procedimientos para obtener el contenido de humedad de una muestra de suelos. Este ensayo establece el peso del agua removida, resecando la muestra en estado húmedo hasta obtener una masa constante en un horno calibrado a  $110 \pm 5 \text{ C}^\circ$ . La pérdida de masa inducida por la sequedad es considerada la masa del agua presente en la muestra. (Guía, 2021, p. 20).



*Figura 12. Equipo para determinar el contenido de humedad*

Roque describe el Ensayo de CBR como:

“Es un ensayo al que se ejecuta para determinar la propiedad mecánica de la resistencia del suelo de subrasantes; lo que la hace un parámetro vital para el diseño y desarrollo de estructuras viales” (2022, p. 22).

El CBR permite evaluar la propiedad mecánica del suelo que cuantifica su capacidad de soporte ante una fuerza. Mediante esta propiedad se clasificará un suelo para ser usado en las distintas capas de un pavimento. Está ligada a las características físicas de la humedad y densidad de una muestra de un suelo. (Roque, 2022, p. 22).

Tabla 9. Clasificación de subrasante.

Categorías de Subrasantes	CBR
Inadecuada	<3
Pobre	3-6
Regular	6-10
Buena	10-20
Muy Buena	20-30
Excelente	>30

*Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014.*

Roque refiere a el ensayo CBR-MTC EM 132 que:

“Establece los procedimientos para obtener el CBR de un suelo, a partir de cual se define el número de ensayos CBR a realizar, este debe considerar que este suelo debe estar preparado bajos condiciones de humedad y densidad seca máxima al 95% y 100% en el laboratorio, Los datos de CBR resultantes en este ensayo son parte de diversos métodos Diseño de carreteras”. (2022, p. 33).

Los ensayos CBR se efectúan mediante el ensayo MTC EM132, después de que se clasifica el tipo de suelo mediante la metodología AASHTO, se elabora perfiles estratigráficos a cada zona homogénea del terreno, a partir de la cual se considerará el número de ensayos CBR, es decir la resistencia que tiene el suelo, se le debe tomar con 95% densidad seca máxima y con penetración de 2.54mm. Para obtener el CBR de diseño para las subrasantes, se deben tener en cuenta los siguientes puntos: Cuando los datos resultantes son similares, se determinar por promedio del conjunto de datos, cuando los datos sean diferentes o no iguales, se tomar el dato o subsección menos crítico para agruparlos en valores CBR similares y dar la media para cada división; Las subdivisiones no pueden tener más de 100 metros. (Roque, 2022, p. 33).



*Figura 13. Equipo para determinar el CBR.*

El MTC, en su manual define la compactación de suelos como:

“El desarrollo y mejoramiento de las características físico mecánicas de un suelo a través de métodos mecánicos o la aplicación de aditivos estabilizantes ya sean naturales o sintéticos, la estabilización del suelo indica que debe ser un proceso que permite a las propiedades ser permanente en el tiempo “. (2014, p. 90).

Para definir cuándo surge la necesidad de estabilización de suelo el MTC, indica que se debe tener en cuenta: se definida como material apto cuando la capa superficial de la subrasante se encuentre  $CBR \geq 6\%$  , en caso contrario que sea inferior o inadecuada se realizara un estudio especial para la estabilización, ya sea por métodos de reemplazo de suelo de cimientos o mejoramiento de suelos a través de estabilización mecánica, aditivos o geo sintéticos, cuando se realice carreteras en zonas mayores a 4000 msnm, se debe acompañar los ensayos con un estudio de reacción de las heladas en las capas superficiales de los suelos. (MTC,2014, p. 90)

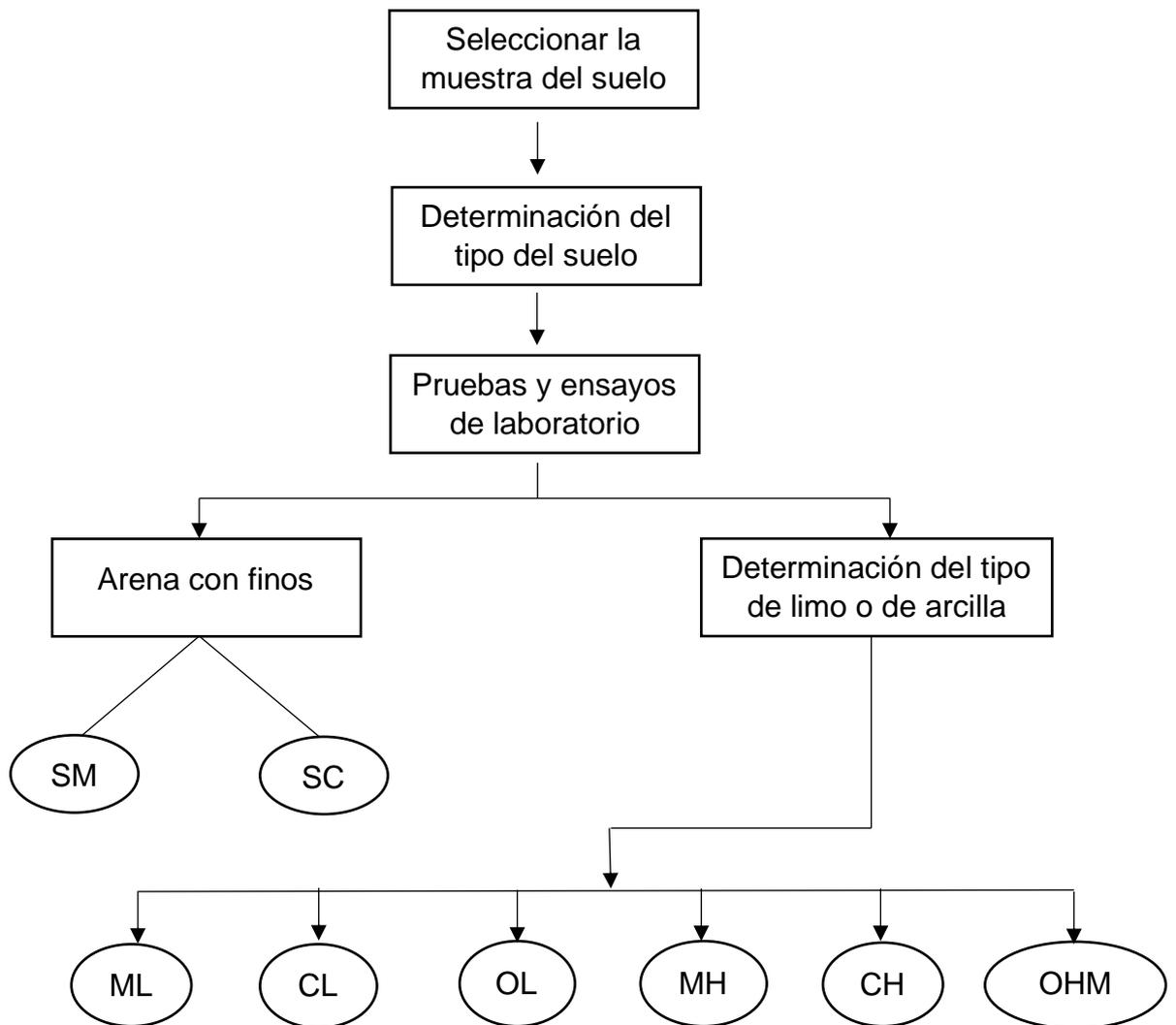


Figura 14: Proceso para la identificación del tipo del suelo

Peralta, define estabilización de suelos como:

“Como el mejoramiento de los componentes físicas y mecánicas de una capa suelo es a través de procesos mecánicos de aplicación de energía e ir incorporando de productos químicos, naturales o sintéticos. [..]. La estabilización de suelos implica en dotarlos, de resistencia mecánica y permanencia que tales características físicas y mecánicas óptimas sean continuas en el tiempo.” (2014, p. 107)

A la vez Peralta señala, la diferencia de compactación y estabilización de suelos como:

“La estabilización de los estratos de los suelos es una noción más amplia que La compactación de la capa del suelo, como estabilización también incluye otros Procesos efectivos para mejorar la propiedad estructura del suelo, en el siguiente diagrama se observa un proceso para determinar la técnica de estabilización apropiada”. (2020, p. 54).

“Para definir el tipo de estabilización requerido, se debe determinar el tipo de estrato existente, el uso del suelo propuesto, tipos de aditivos presentes en la zona, experiencia en la aplicación de aditivos y costos comparativos”. (MTC,2014, p. 90)

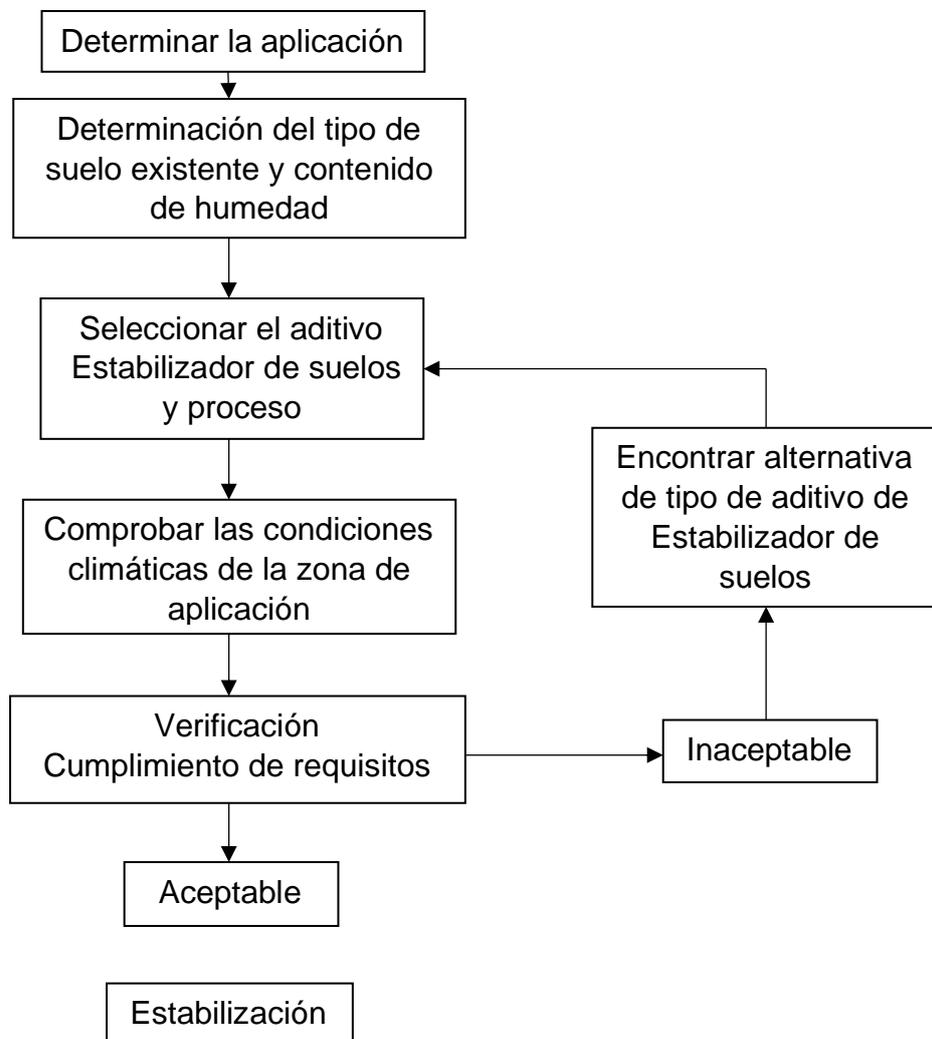


Figura 15: Proceso de selección del tipo de estabilización

La estabilización del estrato del suelo es la transformación de una insuficiencia que consigue proveer mayor estabilidad al terreno; los 3 métodos para obtener son: Estabilización físico-mecánica y química. (Peralta, 2020, p. 62).

Estabilización física. Se logra al mezclarse con otros suelos ocasionando cambios físicos en el conjunto formado. (Peralta, 2020, p. 54).

Estabilización química. Este tipo de estabilización se logra mediante la aplicación de sustancias químicas logrando cambios en la estructura del suelo, mejorando sus componentes físicas y mecánicas que poseía la capa del suelo antes de iniciar el proceso de estabilización. (Guía, 2021, p. 26).

Guía define la estabilización mecánica como:

“El desarrollo por medio de la compactación, las capas suelos disminuyen su relación de los vacíos, generando que las partículas se encuentren unidas a las demás, produciendo una variación volumétrica y aumento en la densidad y capacidad y de soporte para las carreteras”. (2021, p. 27).

Este es un procedimiento mediante el cual, a través de la compactación, los suelos disminuyen su porosidad, permitiendo que las partículas se unan más estrechamente con otras partículas, creando cambios de volumen y aumentando la capacidad de soporte para las vías de comunicación. Con el esfuerzo de compactación, aumenta la resistencia al corte del suelo, aumenta la densidad, disminuye la contracción, disminuye la permeabilidad y disminuye la compresibilidad. (Guía, 2021, p. 27).

Según el MTC (2014), en su manual, define el proceso estabilización de suelos mediante la combinación de suelos como:

“La capa superior de la subrasante será escarificado adecuadamente gradado, libre de residuos orgánicos, se definirá un estrato con profundidad de 15 cm y luego se adicionará el aditivo estabilizante de préstamo o de aporte. [..]. seguidamente se procede a un mezclado homogéneo de ambos materiales, será debidamente compactado cumpliendo las exigencias mínimas establecidas por el diseño de pavimento cumpliendo la densidad y espesor hasta el nivel de la capa superior definida en el proyecto” (2014, p. 113)

La estabilización del suelo a través de las combinaciones de suelos con aditivos estabilizantes consistente en la disgregación de la subrasante una capa de 15 cm luego aplicar el aditivo estabilizante, se airera hasta llegar la humedecimiento óptima para s compactación y previa escarificado de materiales mayores a 75 mm, se procede a la combinación de ambas bases de suelos, se dispersó y es compactado cumpliendo los estándares de calidad de densidad y espesor de la subrasante propuesta (MTC,2014, p. 94)

$$\Delta SN = SNe - SNn$$

El MTC indica: “este procedimiento permite el cálculo para obtener en un sector localizado, el espesor mínimo de material a agregar su aplicación está restringida solo casos de superficies de sub rasantes que no cumplan la calidad mínima [...]”. (2014, p. 95)

El procedimiento para determinar los espesores a reemplazar según el soporte de suelo, definido en áreas seleccionadas, únicamente en SUB suelos pobres, no expansivos, con baja plasticidad, con datos entre  $CBR \geq 3\%$  y  $< 6\%$ , donde es calculando el N° estructural (SN) de la estructura vial con duración de 20 años, el material que se debe aplicar debe tener  $CBR \geq 10\%$ , e IP menos a 10 o también puede ser 10. Además, cuando en los sectores adyacente al sector que sufrirá reemplazo, tienen un  $CBR > 10\%$ , entonces para el SN, se debe usar el CBR con mayor valor, representando al material de reemplazo, a esto se determinará como SNm, después de ello se calcula el SN de la infraestructura vial con el CBR del material de la capa superficial de subrasante resultante que será no mayor a 6%, al cual se llamará SNe. Se establece que la diferencia de N° estructurales (MTC, 2014, p. 95):

Ya en base el material a utilizar para reemplazar con CBR 10%, se es necesario tomar los datos de módulo estructural ( $a_i$ ) y módulo de drenaje ( $m_i$ ) Una vez obtenidos estos datos se obtiene el espesor E, mediante:

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Como enfoques conceptuales tenemos las cenizas: al material que se obtiene de productos de la combustión de materias orgánicas o inorgánicas como carbón, cáscara de arroz, tallos de maíz, pinos etc. Existen tres tipos de cenizas donde la ceniza de estudio proviene de materiales puzolánicos debido a que contienen componentes base para la estabilización de subrasantes debido a sus propiedades cementantes. La ceniza de tallo de maíz se convierte en un material útil para incrementar las propiedades de los suelos pobres, por poseer características puzolánicas, es obtenido producto del desecho de las cosechas de los granos de maíz este componente representa más del 60% del peso total del maíz la composición química producto de la incineración del tallo de maíz es en su mayoría componentes de calcio (Ca) y Silicio (Si) las cuales son componentes puzolánicos además incide la temperatura óptima para su calcinación está definida en los rangos de 390° a 420° por un plazo de 2 horas y La ceniza de hojas pino se obtiene producto de la calcinación de los ramas obtenidas producto de extracción manual del árbol "Pinus Radiata" este componente representa el 10% del peso total del maíz, producto de la incineración las hojas de pinos es en su mayoría se encuentra compuesta de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) y Oxido de Calcio (CaO) las cuales son componentes puzolánicos, la temperatura óptima para su calcinación está definida en los rangos de 600° a 620° por un plazo de 2 horas

Subrasante; en su manual de carreteras, en la sección de suelos y pavimento, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC), describe que, es una superficie terminada de una carretera respecto al movimiento de tierras, que son corte y relleno, donde irá el afirmado o pavimento; además, lo define como el asiento para la estructura del pavimento, para ello, debe cumplir algunas características, como tener una compactación por capas, debido a que soportará la carga del diseño de tránsito, la compactación debe realizarse con un 95% de la máxima densidad seca del terreno, la cual se obtiene mediante el ensayo de Proctor modificado, la compactación debe realizarlas a 0.30m debajo del nivel mayor de la subrasante, además, el manual determina que, en los últimos 0.60m del estrato del terreno debajo del nivel superior de la subrasante debe tener un CBR  $\geq$  6%, en caso no cumpla, el suelo será de mala calidad.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

Peralta define la investigación aplicada como:

“Aquella que está encargada a resolver objetivamente las problemáticas de los procesos de circulación, servicio, producción etc, [...] donde se determinan problemas e hipótesis para resolver los problemas de la vida productiva de la sociedad.” (2014, p.89)

Entonces el tipo de investigación para el presente proyecto se es definido como aplicada, puesto que se tiene como propósito solucionar un problema ¿Cómo influye la adición de ceniza de maíz - hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades de la sub rasante de la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022?, para el cual se indagará sobre el mejoramiento de las características de la subrasante y ceniza de maíz - hoja de pino para aplicarlo en la investigación. (Peralta, 2020, p. 89).

Presenta un diseño cuasi experimental, al manipular la variable ceniza de maíz - hoja de pino, por el cual se adicionará distintos porcentajes de ceniza de maíz - hojas de piso a la subrasante de la calle 5 del A.H. San Valentín del departamento de Ancash. (Peralta, 2020, p. 89).

El nivel de investigación es explicativo, dado que los hallazgos serán determinados al mejorar la subrasante de la calle 5 del A.H. San Valentín del departamento de Ancash adicionando ceniza de maíz - hoja de pino en distintos porcentajes. (Peralta, 2020, p. 89).

Posee un enfoque cuantitativo, debido a que los resultados obtenidos serán representados de manera numérica, optimo porcentaje de ceniza de maíz - hoja de pino, y porcentaje de mejora de las propiedades de la subrasante. (Peralta, 2020, p. 89).

### 3.2. Variables y operacionalización

#### **Variables de estudio:**

##### **Variable independiente 1:** Ceniza de maíz

**Definición conceptual:** Cherre y Sandoval menciona que “Las cenizas de tallo de maíz se obtiene al incinerar los desechos de la producción de granos de maíz proveniente de la agroindustria. (2019, p.22)

Es un material resultante de la incineración de tallos de maíz. Este material se convierte en un material útil para desarrollar y mejorar los componentes físicas y mecánicas de un suelo pobre por poseer características puzolánicas. Se consigue debido a la incineración de residuos del cultivo de maíz, obtiene propiedades cementantes que puede ser usado en la elaboración de concreto, morteros y para estabilizar suelos pobres. (Cherre y Sandoval, 2019, p.22).

**Definición operacional:** La ceniza de maíz se extraerá a partir de la incineración de los tallos del maíz por medios mecánicos a temperaturas de 390° a 440° siendo determinados utilizando el control de temperatura a través de el termómetro seguidamente los datos se conformarán en un informe abalado por el laboratorio

**Dimensión:** Dosificación

**Indicadores:** %

**Escala de medición:** De razón.

##### **Variable independiente 2:** Ceniza hoja de pino

**Definición conceptual:** “Estas cenizas son las que resultan al quemar los restos de las hojas de pino, que se obtienen de la extracción de las hojas del árbol *Pinus silvestris*, estudios determinan que sirve como complemento del cemento al ser un material altamente puzolánico, por ello se recomienda en otros usos en la construcción, como en carreteras” (Guia,2021, p 84)

**Definición operacional:** La ceniza de hojas de pino se obtendrá a partir de la incineración de las hojas de pino por medios mecánicos a

temperaturas de 390° a 440° siendo determinados utilizando el control de temperatura a través de el termómetro seguidamente los datos se conformarán en un informe abalado por el laboratorio

**Dimensión:** Dosificación

**Indicadores:** %

**Escala de medición:** De razón.

**Variable dependiente:** Subrasante.

**Definición conceptual:** “Según el Ministerio de transportes y comunicaciones la subrasante es la capa superficial del suelo, sobre el cual se construye las infraestructuras viales”. (Guía, 2021, p.12)

**Definición operacional:** Las propiedades físicas y mecánicas de la capa superior del suelo serán determinadas por los ensayos correspondiente a cada indicador. Las propiedades físicas de la capa superior del suelo se ven reflejadas en el índice de plasticidad y el contenido de humedad y sus propiedades mecánicas de la subrasante se ven reflejadas en la densidad máxima seca, el contenido óptimo de humedecimiento y la resistencia que toma el suelo, de acuerdo a la estabilización realizada.

**Dimensión:** Propiedades físicas y mecánicas

**Indicadores:** Clasificación de suelos (SUCS), Índice de Plasticidad (IP), Contenido de humedad (%), Máxima Densidad Seca(kg/cm<sup>3</sup>), Optimo contenido de humedad (%) y Resistencia (%).

**Escala de medición:** De razón.

### 3.3. Población, Muestra y Muestreo

Se define como el contexto global que incluye el campo especificado de elementos de encuesta, para la presente investigación se consideró a la subrasante de la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, del departamento de Áncash. La muestra es la Subrasante de la calle 5 del A.H. San Valentín presenta 0.6 km, inicia en la coordenada 762968.59 m E 9002053.81 m y termina en el punto con coordenada 763169.17 m E 9002057.67 m S.

### **Criterios de inclusión**

“El criterio, consiste como delimitación de la población, ya que considera diferentes aspectos, características y propiedades que tendrá la muestra del estudio”. (HERNÁNDEZ, y otros, 2018 p. 123)

Para el desarrollo de la investigación se tomó solo cenizas de maíz y las cenizas de hoja de pino que se encuentren cercanos al Distrito de Coishco.

### **Criterios de exclusión**

“El criterio, delimita a la población, pero excluyendo características, propiedades y aspectos para establecer una muestra de estudio”. (HERNÁNDEZ, y otros, 2018 p. 124)

En la investigación no se usaron cenizas que no sean cenizas de tallo de maíz y cenizas de hoja de pino.

### **Muestreo**

“Se define muestreo en estudiar características de una parte de las unidades de análisis, siendo una técnica matemática y estadística, siendo el proceso de selección de una cantidad de unidades para el estudio”. (ÑAUPAS, y otros, 2014 p. 45)

” El muestreo será por conveniencia no probabilístico y no aleatorio elegido por criterio del investigador”. (Roque, 2022, p. 26).

## **3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.**

### **Técnica de investigación**

“Es la aplicación de normas que regulan el proceso de la investigación, mediante planes detallados que agrupan información, respecto a esta investigación, se usará ensayos de laboratorios, técnicas de toma de datos e interpretación de datos”. (ÑAUPAS, y otros, 2014 p. 56)

## **observación directa**

“La técnica que se maneja es la observación directa, se logrará medir las dimensiones de las variables de la investigación”. (Ramírez, 2022, p. 25).

## **Los Instrumentos de recolección de datos**

“Los Instrumentos de recolección de información son las fichas de observación que se aplicaran a cada ensayo realizado en el laboratorio con el objetivo de obtener resultados confiables que permitan rechazar o aprobar la hipótesis de la investigación” (Ramírez, 2022, p. 25), *La ceniza de maíz - hoja de pino influyen positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín.*

Por lo tanto, el instrumento que se empleara en la investigación se compone de, ficha de observación o registro, fichas normadas de ensayos, programas computacionales y equipos.

## **Validez**

Esta investigación estará aprobada por la sensatez y experiencia de expertos en el rubro de Ingeniería Civil, que radicará en aprobar los instrumentos y equipos que se utilizarán en la ejecución de los ensayos y firmas de expertos en la materia del instrumento propuesto. (Roque, 2022, p. 26).

Se verificará la validez del instrumento con su evaluación mediante tres expertos que cuenten con experiencia extensa.

## **Confiabilidad**

Garantizado por el laboratorio encargado con la validación de los equipos a través acreditación y calibración, en las pruebas de laboratorio para testificar que los hallazgos obtenidos en las pruebas estén los más precisos y confiables. (Ramírez, 2022, p. 25).

### 3.5. Procedimiento

El proyecto contempla la adición de las cenizas de tallo de maíz y hojas de pino con el propósito de mejorar las propiedades de la subrasante a partir de la mezcla con el suelo estándar (suelo natural) ayudando así al incremento de la resistencia a la deformación de la capa superficial del suelo (Subrasante). Para este propósito, se evaluaron estudios de referencia o en papel relevantes para nuestro estudio utilizando nuestros métodos de documentación y se estudió como un aditivo y una prueba inicial basada en propiedades similares del suelo que se encuentran en una ubicación y elevación similares, así luego se obtienen sus datos, tomando en cuenta la entrada, donde luego podemos analizar nuestros resultados, que se presentan en tablas y gráficos asociados a cada prueba

Para la obtención de muestras de estudio nos ubicamos en la calle 5 del A.H. San Valentín, ubicada en el departamento de Ancash. Donde se ubica la carreteo a estudiar, se procedió a indicar y señalar los puntos de excavación de las calicatas donde se consideró un total de 3 calicatas establecidos por el RNE EC0.10 PAVIMENTOS URBANOS vías colectoras, dado que la vía presenta una longitud aproximada de 600m con área total de 4800m<sup>2</sup>, las calicatas se encuentran ubicadas a una equidistancia entre calicatas de 300 m, cada uno de las calicatas tendrá una profundidad mínima de 1.5 m respecto al nivel de la superficie según indicado en el MTC, las muestras recolectadas son procesados en un laboratorio donde se le realizó siguientes ensayos: Granulometría, límites de Consistencia, Proctor modificado y CBR .

Así poder conocer las propiedades características de las 3 calicatas, así obteniendo los resultados se tomará como suelo base el suelo patrón más crítico. Luego se adicionará ceniza de maíz- hoja de pino a las muestras de subrasante, según las dosificaciones establecidas en la tabla de operacionalización de variables. Se realizarán ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante con las distintas dosificaciones de ceniza de maíz - hoja de pino. Luego se evaluó que

dosificación presento mejores propiedades físicas y mecánicas en comparación a la muestra obtenida de la calle 5 del A.H. San Valentín, ubicada en el departamento de Ancash.

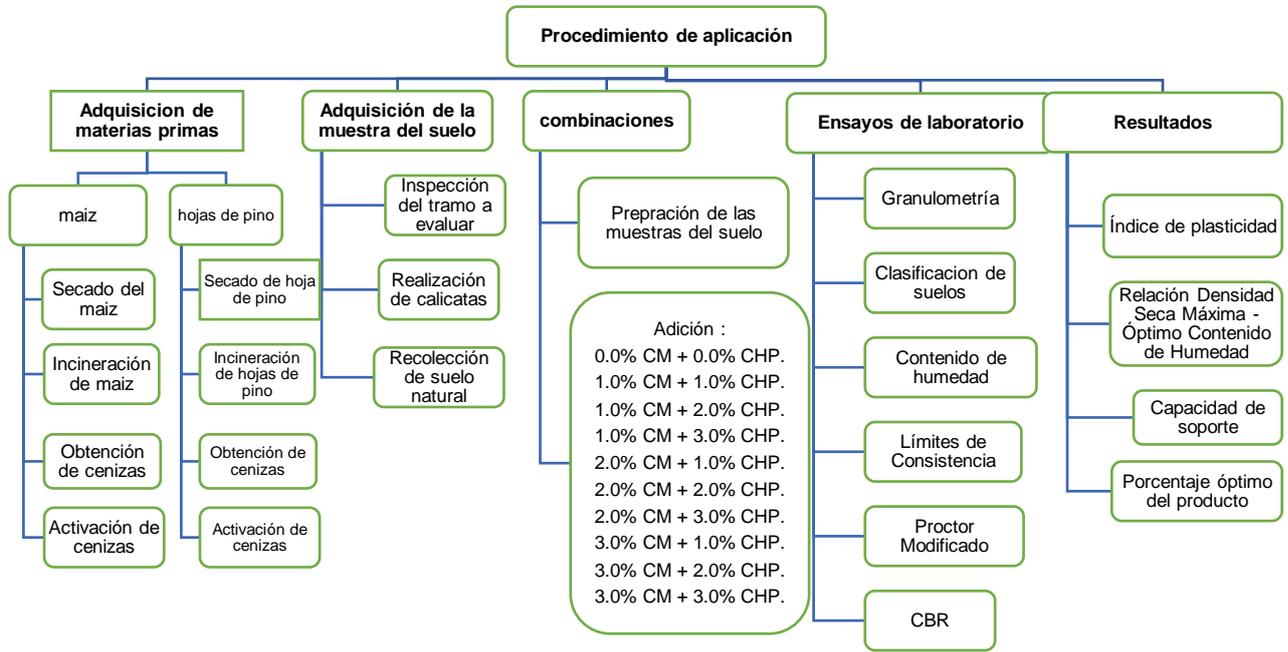


Figura 16: Proceso de aplicación

### a) Obtención de la ceniza de maíz

**Recolección:** Para el proceso de obtención de los tallos de maíz se recolecto a partir de los sembríos agrícolas adyacentes al rio Coishco, referencia frente a los pozos de tratamiento residuales provenientes de la ciudad de Coishco. Coordenadas 762442.00 m E y 9003420.00 m S



Figura 17: Ubicación tallo de maíz-panamericana norte km 441

Se recolectó los tallos de maíz en estado fresco que permita el control del tiempo de secado adecuado para su incineración



*Figura 18: Recolección de los tallos de maíz*

**Secado:** Se procedió con el adecuado oreado del material distribuida a la intemperie de manera homogénea durante 2 semanas aproximadamente, evitando el contacto con materiales adyacentes sueltos y protegiendo de las lluvias.



*Figura 19: Secado del tallo de maíz*

**Incineración:** para la adecuada calcinación de los tallos de maíz se realizó en un horno convencional teniendo como control la temperatura a partir de referencias de investigaciones pasadas.



*Figura 20: pre quemado del tallo de maíz*

**Tamizado:** se realizó el tamizado de las cenizas resultantes a partir del tamiz N° 50 para homogenizar y separar las cenizas de los escombros productos de la calcinación.



*Figura 21: tamizado de la ceniza del tallo de maíz*

**Activación:** se realizó la activación térmica en la mofla industrial se hizo control de la temperatura a 410°C durante 2 horas según indicado en el ensayo de ATD.



Figura 22: activación térmica de las cenizas de tallo de maíz

#### a) Obtención de la ceniza de la hoja de pino

**Recolección:** Para el proceso de obtención de las hojas de pino se recolecto a partir de las áreas forestales adyacentes a la “panamericana norte” a 700m de la ciudad de Guadalupe. Coordenadas 760685.39 m E y 9009013.92 m S.

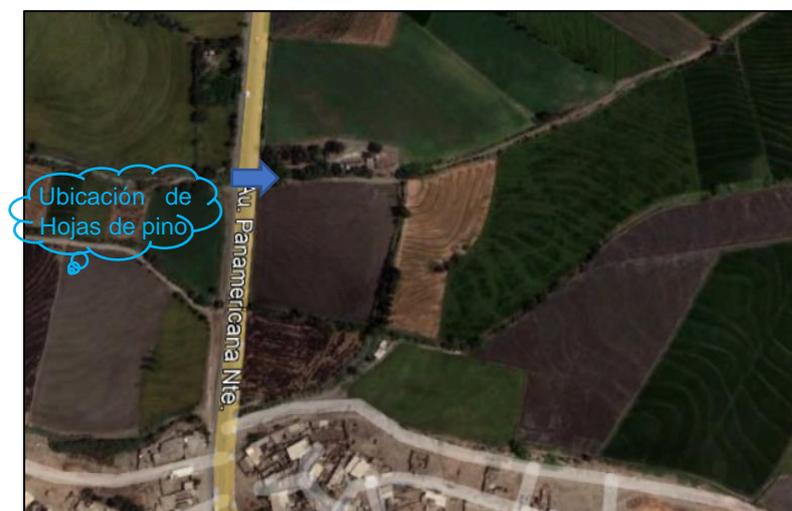


Figura 23: Ubicación las hojas de pino-panamericana norte km 441

se recolecto las hojas de pino en estado fresco asi poder controlar el tiempo de secado adecuado para su incineración.



*Figura 24: Recolección de hojas de pino*

**Secado:** se procedió con el adecuado secado del material a la intemperie distribuida de manera homogénea durante 2 semanas aproximadamente, evitando el contacto con materiales adyacentes sueltos y protegiendo de las lluvias.



*Figura 25: Secado de hojas de pino*

**Incineración:** para la adecuada calcinación de los tallos de maíz se realizó en un horno convencional inocuo, donde se tubo control continuo de la temperatura, criterio tomado a partir de referencias de investigaciones pasadas.



*Figura 26: Pre quemado del tallo de maíz*

**Tamizado:** Se realizó el tamizado de las cenizas resultantes a partir del tamiz N° 50 para homogenizar y separar las cenizas de los escombros productos de la calcinación.



*Figura 27: Tamizado de la ceniza de las hojas de pino*

**Activación:** se realizó la activación térmica en la mofla industrial se hizo control de la temperatura a 410°C durante 2 horas según indicado en el ensayo de ATD.



Figura 28: activación térmica de las cenizas de hojas de pino

### a) Obtención del material del suelo

Se evaluó el suelo y se tomaron muestras de 3 pozos en el área de estudio a una profundidad de 1,50 m según el CE-010 pavimento urbano. Estas muestras se embolsan adecuadamente y luego se llevan al laboratorio y sus resultados se analizan y evalúan en consecuencia.

Tabla 10. Profundidad de calicatas.

Calicata	C-01	C-02	C-03
Profundidad (m)	1.5	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia.



Figura 29: Vista calle 5 AA.HH. San Valentín

### **Ensayos de laboratorio:**

Para este proyecto, se obtuvieron resultados de la extracción del suelo natural de la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, ubicada en el departamento de Ancash, al cual se adicionó la dosificación factorial con porcentajes del 1.0%, 2.0% y 3.0% de Ceniza de Hojas de pino y tallo de maíz. Para lograr los objetivos planteados, se desarrolló los ensayos planteados esto de acuerdo con las normas ASTM y MTC, las cuales son correspondiente con el Manual de Ensayo de Materiales. Se desarrolló el estudio para las calicatas C-01, C-02 y C-03, donde se identificaron como calicatas base o estudio a la calicata N°02 y N°03 al poseer características de CBR más deficientes, así mismo se optó el criterio de estudio de dos calicatas para el debido control de resultados uno respecto al otro, los ensayos que se realizaron en la investigación son:

#### **Granulometría ASTM D-422 - NTP 339.128/MTC E 107**

Se ejecutará la granulométrica de los suelos guiándose de la NTP400.012. (NTP 400.012, 2001), para lo cual en agregado grueso se usará el juego de mallas # 2", 1 ½ ", 1", ¾ ", ⅜", #4., además para el agregado fino, se usará los tamices ¾ ", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.

#### **Contenido de humedad ASTM D-2216 - NTP 339.127/MTC E-108**

Para determinar el contenido de humedad de los agregados, el cual se representará con un valor porcentual, se realizará conforme NTP 339.185. (NTP 339.185, 2013)

#### **Preparación de cenizas**

Para la obtención de cenizas se realizará según NTP209.265, el material será quemado en un horno a temperatura de 390°C a 440°C aproximadamente, se escogerá un peso determinado para la muestra, luego que seque se almacenará en recipientes, finalmente añadiremos de acuerdo a la dosificación establecida en el estudio, para realizar los ensayos respectivos. (NTP209.265, 2018)

#### **Ensayo de Límite líquido ASTM D 4318 - NTP 339.129/ MTC E 110,111**

Una vez preparada el material, se procederá a realizar el ensayo de límite líquido según NTP339.129 la cual se conoce por el uso de la copa de

Casagrande, donde encontraremos el límite líquido del material. (NTP 339.129, 1999)

**Ensayo de Límite plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129/ MTC E 110,111**

Una vez preparada el material, se procederá a realizar el ensayo de límite plástico según NTP339.129. la cual se desarrolla mediante la formación de un rollo. (NTP 339.129, 1999)

**Ensayo de Proctor modificado ASTM D 1557 - NTP 339.141/MTC E 115**

Se realizará el Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115, definiendo la curva de compactación del suelo

**Ejecución de CBR ASTM D 1883 - NTP 339.145**

Se realizará el ensayo de CBR mediante la NTP339.145. (NTP 339.145, 1999)

### **3.6 Método de análisis de datos**

Se realizaron ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas (granulometría, clasificación de suelos, límites de consistencia, densidad, contenido de humedad, Proctor modificado y CBR) de la subrasante de la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, ubicada en el departamento de Ancash.

Mediante el uso de programas como Microsoft Excel 2019 se elaboró gráficos y tablas con la información recolectada de las fichas de observación por cada ensayo realizado en el laboratorio de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, para luego analizar los resultados conseguidos teniendo en cuenta los parámetros establecidos el Manual de Ensayos de Materiales determinado por la normatividad vigente (MTC). Para el análisis estadístico se planteó el programa IBM SPSS Statistics 21 con el propósito de desarrollar la prueba de normalidad para visualizar si los datos obtenidos comprenden una correlación en una razón o no. Y finalmente mediante el Microsoft Word 2019 se elaboró el informe final de la investigación.

### **3.7 Aspectos éticos**

La investigación se basará en la transparencia, autenticidad, compromiso y responsabilidad, con claro respeto por el contexto, cumplimiento de las Normas de Pavimento Urbano NTP, ASTM, CE 0.10 y Guía de Ensayo de Materiales con el objetivo de conocer los resultados al momento de la ejecución. Por otro lado, la información como artículos, artículos científicos, revistas, etc., se citarán de acuerdo con la norma internacional ISO 690:2010 y los lineamientos para la elaboración de trabajos de investigación y tesis de la Universidad César Vallejo, la investigación realizada será comparado con la herramienta web Turnitin.

## IV. RESULTADOS

### 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

#### Nombre del proyecto:

“Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash – 2022”.

#### Ubicación Política:

La zona de desarrollo de la investigación, se ubica en:

Departamento : Ancash

Provincia : Santa

Distrito : Coishco



Figura 30: Ubicación política de Coishco

#### Límites:

El distrito de Coishco, perteneciente a la provincia del Santa, limita:

Por el Norte y Este : los distritos de Santa.

Por el Sur : distrito capital de Chimbote.

Por el Oeste : océano pacífico

### **Ubicación Geográfica:**

El distrito de Coishco se encuentra ubicado en las coordenadas: Latitud: 9° 01' 23" Sur y Longitud: 78° 36' 56" Oeste. Está ubicada a 20 m s. n. m. y tiene una superficie de 9.21 km<sup>2</sup>. El distrito es sede de importantes números de industrias pesqueras.



*Figura 31: Vista de la ciudad de Coishco desde el mirador*

### **Vías de transporte y tiempo de llegada a Coishco:**

El ingreso a la ciudad es únicamente mediante la vía de “La panamericana norte” -Km 443. Coishco se encuentra ubicada a una distancia de 9.81 km de la ciudad de Chimbote, aproximadamente a 30 minutos de viaje en automóvil o unas 2 horas caminando.

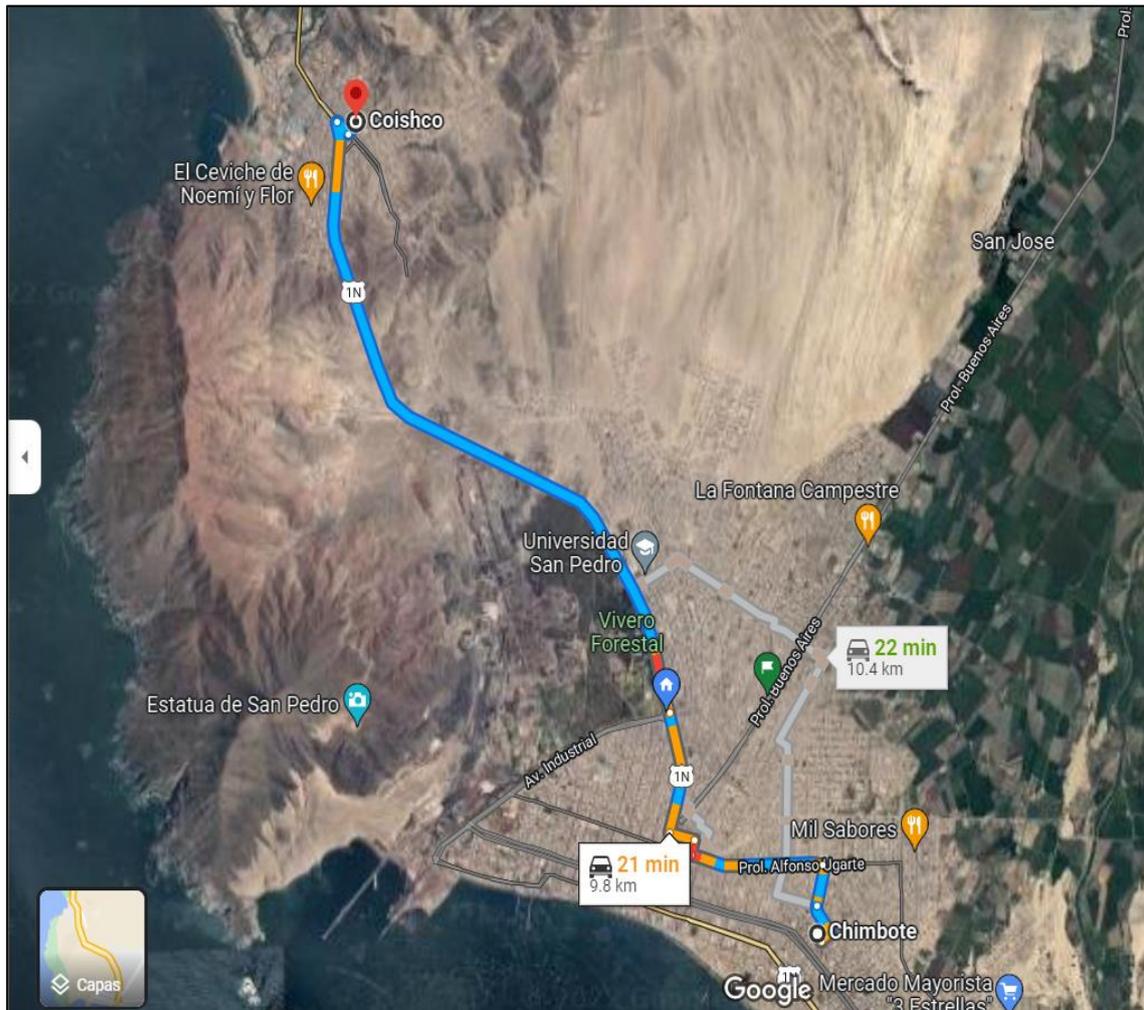


Figura 32: Accesibilidad a la zona de estudio desde la ciudad de Chimbote

## Clima

En Coishco, los veranos son cortos, cómodos, opresivos, secos y nublados, mientras. El invierno es largo, fresco, seco, ventoso y parcialmente nublado. Las temperaturas generalmente oscilan entre 14 °C y 24 °C durante todo el año y rara vez caen por debajo de los 13 °C o por encima de los 27 °C.

## 2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS:

### TRABAJO EN CAMPO:

En el presente estudio para poder identificar y evaluar las características geotécnicas de los suelos (sub rasante) existentes a lo largo de la vía terrestre, se recolecto muestras de suelos, siendo la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, ubicada en el departamento de Ancash, un tipo de vía colectora con una longitud aproximada de 600m y un ancho de 8 metros apropiadamente presenta un área total 4800m<sup>2</sup>, a lo cual la normativa indica que se debe realizar 1 calicata cada 1500 m<sup>2</sup> para el tipo de vía, a lo cual se contempló realizar 3 calicatas ubicadas a lo largo de la vía del proyecto cada 300m aproximadamente, las calicatas contemplan una profundidad de 1.50 m de donde se tomó las muestras. Estas muestras se aislaron adecuadamente en costales para luego ser llevados al laboratorio y realizar los ensayos correspondientes y realizar evaluación y comparación de sus resultados. Optándose para el estudio y comparativa de dos calicatas que presenten menores capacidad de resistencia (CBR), según el diseño de las combinaciones propuestas a partir de la mezcla con ceniza de maíz- hojas de pino.



Figura 33: Calicatas en la calle 5 del AA.HH. San Valentín

Tabla 11. Ubicación de calicatas.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	LADO	COORDENADAS
C-01	0+000	1.5	IZQUIERDO	762927.81 m E 9002041.71 m S
C-02	0+300	1.5	IZQUIERDO	762993.45 m E 9002069.38 m S
C-03	0+600	1.5	IZQUIERDO	763085.72 m E 9002095.08 m S

Fuente: Elaboración propia

De modo que se desarrolle la investigación correspondiente con objetividad, se realizó los ensayos correspondientes a las 03 donde se hizo control de los parámetros presentes en el suelo

## TRABAJO EN LABORATORIO

Dado el criterio de la investigación, se realizaron los ensayos que permitan conocer las propiedades físicas y mecánicas de las muestras suelos obtenidas conformes en cada una de las 03 calicatas realizadas, estos están conformados por los ensayos de granulometría, límites de atterberg Proctor Modificado y CBR, cuyos datos se presentan a continuación

## GRANULOMETRIA



Figura 34: Granulometría C-01 suelo natural

El ensayo consiste la clasificación de suelos según el tamaño y peso de partículas según una muestra de suelo, realizados en las 03 calicatas bajo normativa el ASTM D-422 - NTP 339.128/ MTC E 107

**C-01:** se aprecios los resultados de granulometría obtenidos

*Tabla 12. Granulometría de Calicata C-01*

TAMIZ, PLG	TAMIZ, MM	PESO [GR]	% RETEN.	% RET.ACUM	% PASA
1/2"	12.500				100.00%
3/8"	9.500				100.00%
1/4"	6.350	0.00			100.00%
Nº 4	4.750	0.00			100.00%
Nº 8	2.360				100.00%
Nº 10	2.000	15.20	1.6%	1.6%	98.43%
Nº 16	1.190	5.60	0.6%	2.1%	97.85%
Nº 20	0.840	95.20	9.8%	12.0%	88.03%
Nº 30	0.595	84.75	8.7%	20.7%	79.28%
Nº 40	0.425	86.35	8.9%	29.6%	70.37%
Nº 50	0.297	94.27	9.7%	39.4%	60.64%
Nº 100	0.106	52.20	5.4%	44.7%	55.25%
Nº 200	0.075	49.50	5.1%	49.9%	50.15%
Pasa 200		485.90	50.1%	100.0%	0.00%

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 13. Composición granulométrica*

Calicata	N-01
Gravas	0.00%
Arenas	49.85%
Finos	50.15%

*Fuente: Elaboración propia*

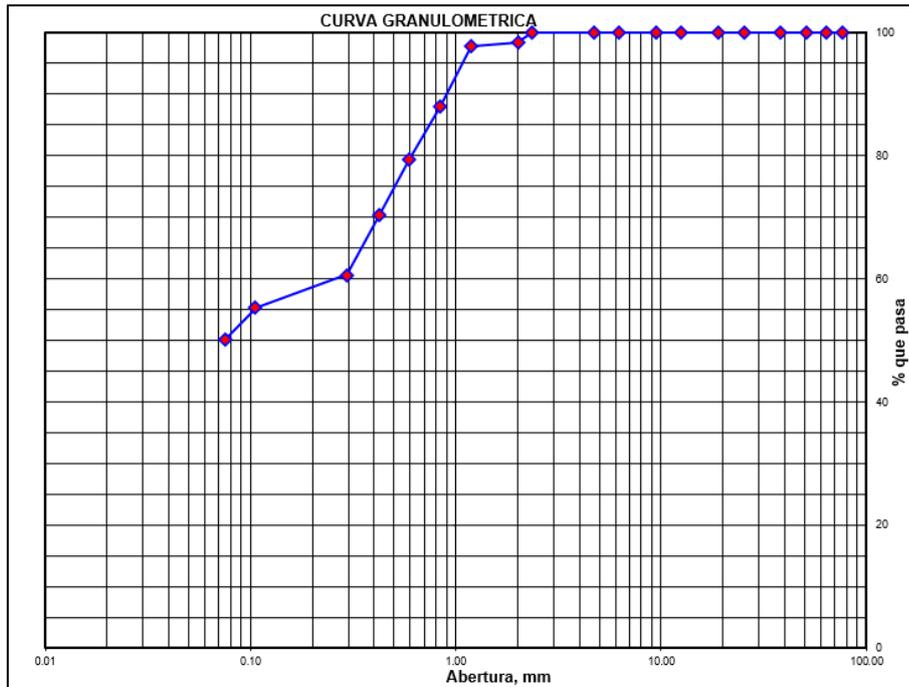


Figura 35. Curva granulométrica de C-01

**Interpretación:** se visualiza en la figura 35, que se presenta una varianza resultante de la curva granulométrica en contraste de los porcentajes del suelo que pasa(C-01)

En tabla 13, se observa que el sector dominante en la muestra es los finos al representar un 50.15% seguido de la arena con 49.85% características de un suelo arenoso plastificante



Figura 36: Granulometría C-02 suelo natural

**C-02:** se aprecios los resultados de granulometría obtenidos

Tabla 14. Granulometría de Calicata C-02

TAMIZ, PLG	TAMIZ, MM	PESO [GR]	% RETEN.	% RET.ACUM	% PASA
1/2"	12.500				100.00%
3/8"	9.500				100.00%
1/4"	6.350	0.00			100.00%
Nº 4	4.750	30.29	2.7%	2.7%	97.27%
Nº 8	2.360				97.27%
Nº 10	2.000	45.20	4.1%	6.8%	93.18%
Nº 16	1.190	52.30	4.7%	11.5%	88.46%
Nº 20	0.840	12.50	1.1%	12.7%	87.33%
Nº 30	0.595	34.50	3.1%	15.8%	84.22%
Nº 40	0.425	48.20	4.4%	20.1%	79.87%
Nº 50	0.297	101.40	9.2%	29.3%	70.71%
Nº 100	0.106	152.30	13.8%	43.0%	56.96%
Nº 200	0.075	68.58	6.2%	49.2%	50.77%
Pasa 200		562.30	50.8%	100.0%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Composición granulométrica

Calicata	N-02
Gravas	2.73%
Arenas	46.50%
Finos	50.77%

Fuente: Elaboración propia

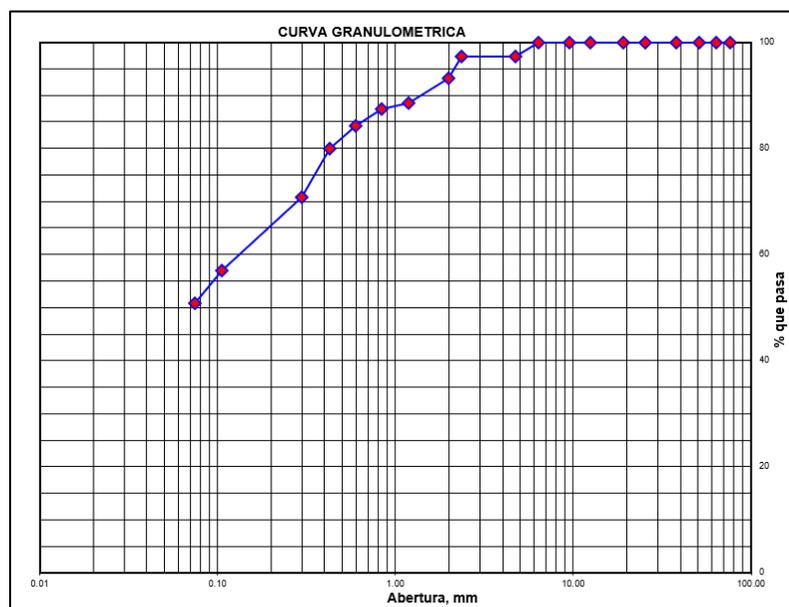


Figura 37: Curva granulométrica de C-02

**Interpretación:** se visualiza en la figura 37, que se presenta una varianza dada la curva granulométrica en contraste de los porcentajes del suelo que pasa (C-01)

En tabla 15, se observa que el sector dominante en la muestra es los finos al representar un 50.77% seguido de la arena con 46.50% características de un suelo arenoso plastificante y en un menor porcentaje gravas con 2.73%.



Figura 38: Granulometría C-03 suelo natural

**C-03:** se aprecios los resultados de granulometría obtenidos

Tabla 16. Granulometría de Calicata C-03

TAMIZ, PLG	TAMIZ, MM	PESO [GR]	% RETEN.	% RET.ACUM	% PASA
3/8"	9.500				100.00%
1/4"	6.350	0.00			100.00%
Nº 4	4.750	3.69	0.9%	0.9%	99.11%
Nº 8	2.360				99.11%
Nº 10	2.000	4.32	1.0%	1.9%	98.07%
Nº 16	1.190				98.07%
Nº 20	0.840	12.80	3.1%	5.0%	94.98%
Nº 30	0.595	16.90	4.1%	9.1%	90.90%
Nº 40	0.425	25.78	6.2%	15.3%	84.69%
Nº 50	0.297	32.50	7.8%	23.2%	76.85%
Nº 100	0.106	42.10	10.2%	33.3%	66.69%
Nº 200	0.075	56.30	13.6%	46.9%	53.11%
Pasa 200		220.20	53.1%	100.0%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Composición granulométrica

Calicata	N-03
Gravas	0.89%
Arenas	46.00%
Finos	53.11%

Fuente: Elaboración propia

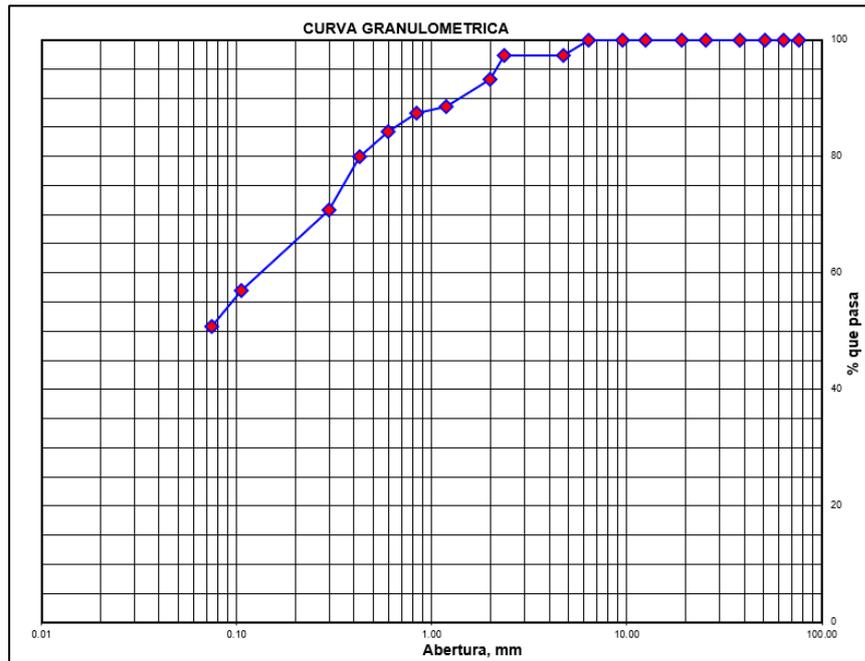


Figura 39: Curva granulométrica de C-03

**Interpretación:** se visualiza en la figura 39, que se presenta una varianza dada la curva granulométrica en contraste de los porcentajes del suelo que pasa(C-01)

En tabla 17 se observa que el sector dominante en la muestra es los finos al representar un 53.11% seguido de la arena con 46%, características de un suelo arenoso plastificante y en un menor porcentaje gravas con 0.89%

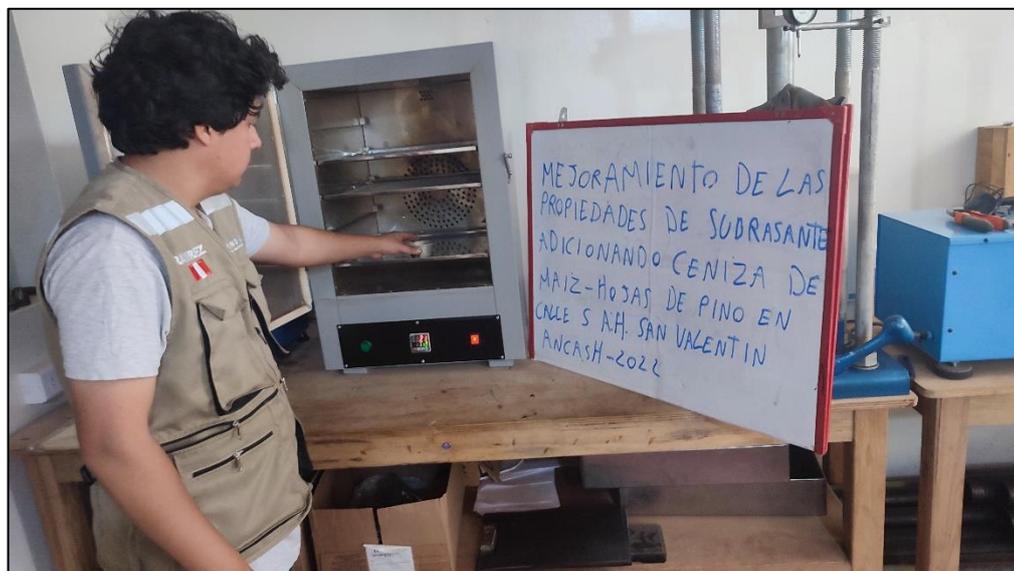


Figura 40: Ensayo contenido de Humedad

## Contenido de Humedad

Comprende la relación de humedad natural presente en una muestra de suelo definido en porcentajes. el contenido de humedad presente de las calicatas C-01, C-02 Y C-03 son:

Tabla 18. Contenido de humedad de suelo natural C-01, C-02 Y C-03

Descripción	Resultados de calicatas		
	C-01	C-02	C-03
Contenido de humedad (%)	12.25	2.15	17.3

Fuente: Elaboración propia

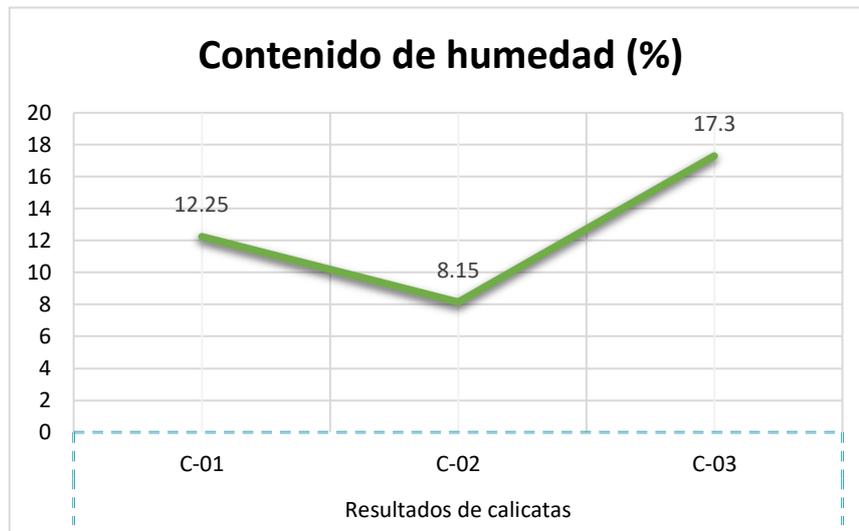


Figura 41: Curva del contenido de humedad

**Interpretación:** Se visualiza en la tabla 18 y figura 41 el contenido de humedad presentes en las calicatas C-01, C-02 y C-03 siendo de 12.25%, 8.15% y 17.3% respectivamente

El contenido de humedad natural permite dar una referencia si la varianza es positiva o negativa respecto al contenido de humedad óptima para la compactación así poder determinar si deberá humedecer si este fuera menor que OCH o si el caso contrario airar los suelos para disminuir su contenido de humedad

## Clasificación de suelos

Los suelos de la presente investigación presentan características similares entre sí:

Tabla 19. Clasificación de suelos

Calicata	C-01	C-02	C-03
Profundidad	1.5	1.5	1.5
Muestra	M-1	M-2	M-3
grava (%)	0.00%	2.73%	0.89%
arena (%)	49.85%	46.50%	46.00%
finos (%)	50.15%	50.77%	53.11%
Clasificación SUCS	CL	CL	CL
clasificación AASHTO	A-6(0)	A-6(0)	A-6(0)
Coefficiente de curvatura (Cc)	0.49	0.90	1.40
Coefficiente de uniformidad (Cu)	18.34	10.03	6.42

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación granulometría:** Se observa que en la tabla 19, la clasificación de suelos por SUCS y AASHTO, estas muestras naturales concluyeron que existe una similitud en su clasificación, obteniendo un suelo de tipo Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad (CL) para las 03 calicatas. A si mismo presentaron coeficientes diversos, en la C-01 de (Cc=0.49, Cu=18.34), en la C-02 los coeficientes resultantes son (Cc=0.90, Cu=10.03) y finalmente en la C-03 los coeficientes resultantes son (Cc=1.40, Cu=6.42). a lo que se establece que las tres calicatas presentan correlación homogénea de los suelos

### Límites de Atterberg ASTM D 4318 - NTP 339.129/ MTC E 110,111

De las muestras estudiadas respecto a las calicatas C-01, C-02 Y C-03 en el laboratorio se obtuvieron los siguientes datos respecto a los límites líquidos plásticos e índices de plasticidad respectivamente:



Figura 42: Determinación del límite líquido y plástico

Tabla 20. Resultados de los límites de atterberg del suelo natural

Descripción	C-01	C-02	C-03
Límite Líquido LL (%)	34.20	32.2	24.8
Límite Plástico LP (%)	21.9	21.5	15.1
Índice de Plasticidad IP (%)	12.3	10.6	9.7

Fuente: Elaboración propia

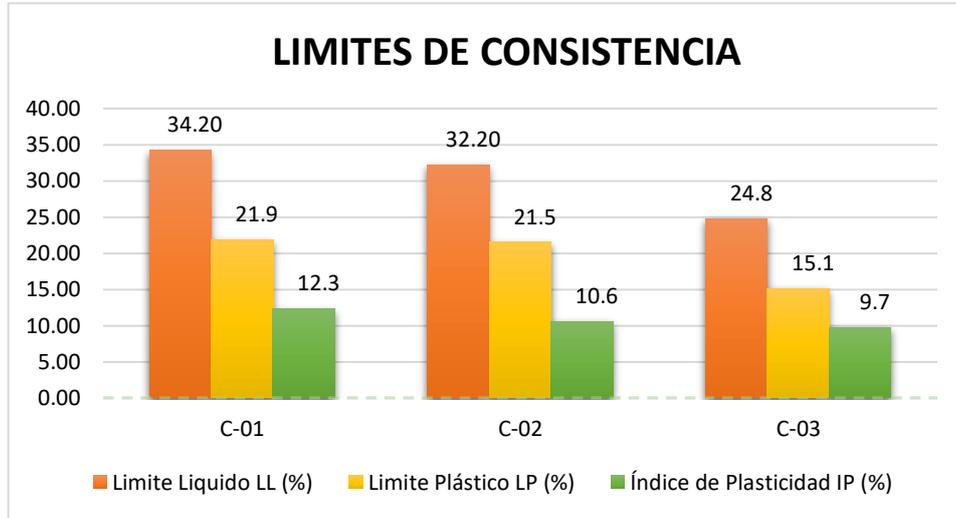


Figura 43: Límites de consistencia del suelo natural

**Interpretación:** Se visualiza que en la tabla 20 y figura 43, que la muestra C-01 presenta un LL de 34.2%, un LP de 21.9% y un IP de 12.3%. En la C-02 se observa un LL de 32.2%, un LP de 21.5% y un IP de 10.6%. Finalmente, en la C-03 se aprecia un LL de 24.8%, un LP de 15.1% y un IP de 9.7% respectivamente.

De la imagen se puede concluir que el suelo más susceptible a la expansibilidad se presentó en la calicata C-01 con un índice de plasticidad medio ( $7 < IP < 20$ )

## Proctor Modificado



Figura 44: Proctor modificado para muestra natural

Dado las características de los suelos presenten en su mayoría limos y arcillas el ensayo se realizó bajo el método tipo “B”, donde se determinó el contenido óptimo de humedad así como la densidad máxima, a través de las resultantes de la curva de compactación

Se concluye los siguientes resultados:

Tabla 21. Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca del suelo natural.

Muestra	Identificación	Óptimo contenido de Humedad OCH (%)	Máxima Densidad Seca MDS (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01	suelo natural	15.6	1.796
C-02		13.3	1.759
C-03		13.8	1.755

Fuente: Elaboración propia

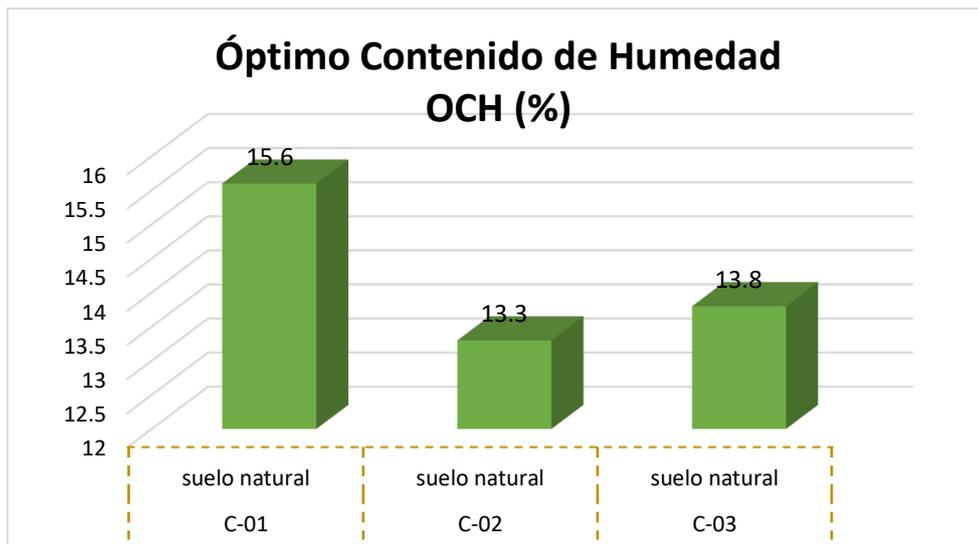


Figura 45: Óptimo contenido de humedad del suelo natural

**Interpretación:** a partir de la figura 45, se concluye que el contenido óptimo de humedad alcanzó en las calicatas C-01, C-02 y C-03 consecuentemente dan como resultados 15.6%, 13.3 % y 13.8% respectivamente.

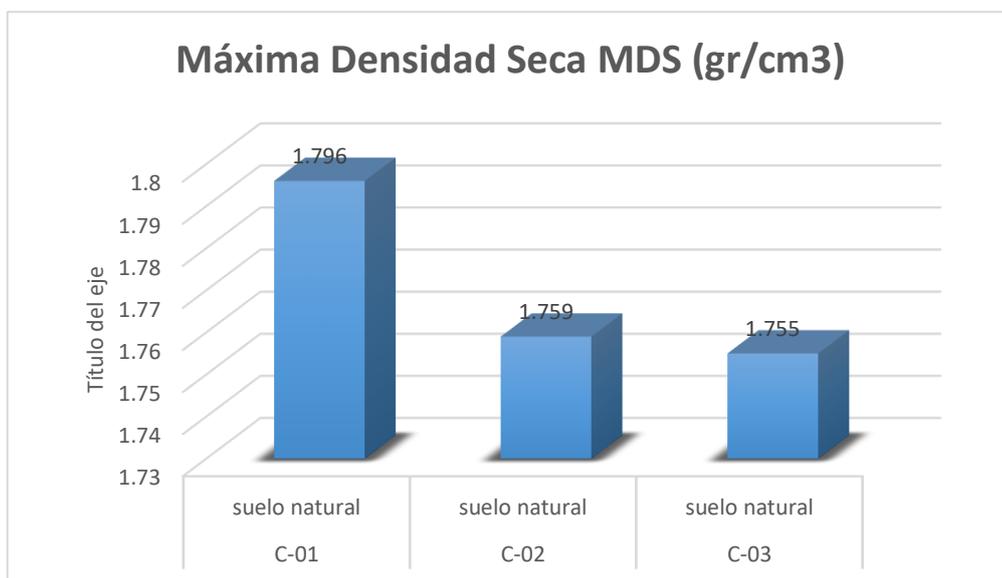


Figura 46: Máxima densidad seca del suelo natural

**Interpretación:** Se concluye en la figura 46 que la Máxima Densidad Seca (MDS), que se alcanzó en las C-01, C-02 y C-03 son 1.796 gr/cm<sup>3</sup>, 1.759 gr/cm<sup>3</sup> y 1.755 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.

## CBR



Figura 47: Ensayo de CBR de muestra natural

El ensayo de CBR se determinó para las 03 calicatas respectivamente, determinado a partir del OCH que se obtuvo en el ensayo de Proctor Modificado indicado sus resultantes en la tabla 16. Para poder determinar la capacidad de soporte de los suelos, se tuvo que realizar diversas muestras cada uno sometido a 56 golpes indicado que para este ensayo se usó el método “B” así mismo los las muestras de CBR se sumergió durante 3 días. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 22. Resultados del ensayo de CBR del suelo natural

Muestra	Estado de la muestra	CBR al 95%	CBR al 100%
C-01	suelo natural	4.74	7.66
C-02	suelo natural	4.75	7.38
C-03	suelo natural	4.51	6.5

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se concluye en la tabla 22 que el CBR (%), que se alcanzó en las C-01, C-02 y C-03 al 95% son 4.74%, 4.75 y 4.51% y al 100% 7.66%, 7.38% y 6.5% respectivamente.

**Interpretación final:** Ensayado las muestras de las 03 calicatas, se concluyó entonces que dado que las 03 calicatas presentan homogeneidad entre si se evaluara la calicata con los valores de CBR más bajos así mismo se contempla el estudio de la segunda calicata de CBR más bajo para el control debido de las resultantes a lo cual se concluye que las calicatas que presentan los valores de CBR con menor porcentaje son la C-03 con un CBR al 95% 4.5% y al 100% 6.5% y así mismo C-02 con CBR al 95% con 4.75% y al 100% 7.38% respectivamente.

Tabla 23. Resultado general de propiedades de suelos naturales

Muestra	clasificación de suelos		Límites de Atterberg			Proctor modificado		CBR	
	SUCS	AASHTO	limite liquido	limite plástico	índice de plasticidad	densidad máxima seca	Optimo contenido de humedad		
	(ASTM D2487)	(D3282)	%	%	%	tn/m3	%	95%	100%
Calicata 01 (0+200)	CL	A-6(0)	34.2	21.9	12.3	1.8	15.6	4.74	7.66
	arena arcillosa plasticidad con arena								
Calicata 02 (0+400)	CL	A-6(0)	32.2	21.5	10.6	1.76	13.3	4.75	7.38
	arena arcillosa plasticidad con arena								
Calicata -03 (0+600)	CL	A-6(0)	24.8	15.1	9.7	1.76	13.8	4.51	6.5
	arena arcillosa plasticidad con arena								

Fuente: Elaboración propia

Definido la subrasante con el porcentaje de CBR más pobre (C-02, C-03) se procedió a estudiar y ensayar las propiedades físico y mecánicas de los suelos de dichas calicatas adicionando las cenizas de tallos de maíz y hojas de pino respectivamente con las 09 combinaciones propuestas que se optó con las dosificaciones 1%, 2% y 3% respectivamente.

**Objetivo Especifico 01:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de maíz-hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, Ancash – 2022.

### Granulometría

El ensayo consiste la clasificación de suelos según el tamaño y peso de partículas según una muestra de suelo, realizados en las 02 calicatas con las dosificaciones propuestas bajo normativa el ASTM D-422 - NTP 339.128/ MTC E 107.



Figura 48: granulometría para dosificaciones en C-02

**C-02:** se aprecios los resultados de granulometría obtenidos

### Peso [gr](C-02)

Tabla 24. granulométrica c-02+ dosificaciones

Peso inicial:	936	[gr]	C-02									
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	Suelo patrón, 0.0%	1.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	1.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	1.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	2.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	2.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	2.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	3.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	3.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	3.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº 8	2.360											
Nº 10	2.000	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Nº 16	1.190	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
Nº 20	0.840	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20
Nº 30	0.595	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75
Nº 40	0.425	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35
Nº 50	0.297	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27
Nº 100	0.106	19.38	38.10	47.46	56.83	47.46	56.83	66.19	56.83	66.19	75.55	19.38
Nº 200	0.075	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50
Pasa 200		485.90	504.62	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90
Total		936.15	973.60	964.23	973.60	964.23	973.60	982.96	973.60	982.96	992.32	936.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Composición granulométrica

Muestra	Descripción	Finos	Arenas	Gravas	A.A.S.H.T.O	S.U.C.S
C-02	Suelo patrón, 0.0%	0	49.85 %	50.15 %	A-6	SC
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	0	50.84 % ↑	49.16 % ↓	A-6	SC
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	0	51.31 % ↑	48.69 % ↓	A-6	SC
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	0	51.78 % ↑	48.22 % ↓	A-6	SC
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	0	51.31 % ↑	48.69 % ↓	A-6	SC
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	0	51.78 % ↑	48.22 % ↓	A-6	SC
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	0	52.24 % ↑	47.76 % ↓	A-6	SC
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	0	51.78 % ↑	48.22 % ↓	A-6	SC
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	0	52.24 % ↑	47.76 % ↓	A-6	SC
3.0% de CM + 3.0% de CHP.	0	52.69 % ↑	47.31 % ↓	A-6	SC	

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** se visualiza en la tabla 45, que se presenta una varianza dada la curva granulométrica de manera continua en contraste de los porcentajes del suelo que pasa en la calicata (C-02)

se observa que el sector dominante producto de las dosificaciones mencionadas en la muestra de suelo son las arena con valor mayor al 50% total seguidamente la grava y con ausencia de finos, el incremento lineal de los valores se concordó debido al tamaño de partículas de las cenizas de tallo de maíz y hojas ya que estas se tamizaron por malla 100%



Figura 49: granulometría para dosificaciones en C-03

**C-03:** se aprecios los resultados de granulometría obtenidos

### Peso [gr](C-3)

Tabla 26. granulométrica c-03+ dosificaciones

Peso inicial:	936	[gr]	C-03									
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	Suelo patrón, 0.0%	1.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	1.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	1.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	2.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	2.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	2.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	3.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	3.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	3.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.
1/2"	12.500											
3/8"	9.500											
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº 8	2.360											
Nº 10	2.000	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Nº 16	1.190	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
Nº 20	0.840	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20	95.20
Nº 30	0.595	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75	84.75
Nº 40	0.425	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35	86.35
Nº 50	0.297	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27	94.27
Nº 100	0.106	19.38	38.10	47.46	56.83	47.46	56.83	66.19	56.83	66.19	75.55	75.55
Nº 200	0.075	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50	49.50
Pasa 200		485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90	485.90
Total		936.15	954.87	964.23	973.60	964.23	973.60	982.96	973.60	982.96	992.32	992.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Composición granulométrica

Muestra	Descripción	Finos	Arenas	Gravas	A.A.S.H.T.O	S.U.C.S
C-03	Suelo patrón, 0.0%	0	49.85 %	50.15 %	A-6	SC
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	0	50.84 % ↑	49.16 % ↓	A-6	SC
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	0	51.31 % ↑	48.69 % ↓	A-6	SC
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	0	51.78 % ↑	48.22 % ↓	A-6	SC
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	0	51.31 % ↑	48.69 % ↓	A-6	SC
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	0	51.78 % ↑	48.22 % ↓	A-6	SC
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	0	52.24 % ↑	47.76 % ↓	A-6	SC
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	0	51.78 % ↑	48.22 % ↓	A-6	SC
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	0	52.24 % ↑	47.76 % ↓	A-6	SC
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	0	52.69 % ↑	47.31 % ↓	A-6	SC

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** se visualiza en la tabla 27, que se presenta una varianza dada la curva granulométrica de manera continua en contraste de los porcentajes del suelo que pasa en la calicata (C-03)

Así mismo en la tabla 10, se observa que el sector dominante producto de las dosificaciones mencionadas en la muestra de suelo son las arena con valor mayor al 50% total seguidamente la grava y con ausencia de finos, el incremento lineal de los valores responde debido al tamaño de partículas de las cenizas de tallo de maíz y hojas ya que estas se tamizaron por malla 100% así mismo se evalúa que las adiciones propuestas no interfieren en el tipo de suelo de estudio

**Interpretación Final:** se visualizó que clasificación de suelo en las calicatas C-2 y C-3 es de AASTHO: A-6 Y SUCS: SC y la composición del suelo es de gravas 50.15%, arenas de 49.85% y 0% finos. Así mismo al agregarse las cenizas de tallo de maíz y hojas de pino en las dosificaciones indicadas se obtuvo para la clasificación de suelos de las combinaciones no presentan variación, las 9 combinaciones se clasifican en A-6 y SC, en el caso de la composición de los suelos se obtuvo para: grava valores de: 50.15%, 49.16%, 48.69%, 48.69%, 48.22%, 48.69%, 48.22%, 47.76%, 48.22%, 47.76%, 47.31% así mismo para arenas en 49.85%, 50.84%, 51.31%, 51.78%, 51.31%, 51.78%, 52.24%, 51.78%, 52.69%, en el caso las combinaciones presentaron valores

de 0%. De los datos obtenidos se visualiza que los porcentajes de arena incrementan respecto a la muestra patrón hasta un máximo de 2.845% y el de grava disminuye en un 2.84%.



Figura 50: Determinación del límite líquido

### Límites de Atterberg ASTM D 4318 - NTP 339.129/ MTC E 110,111

De las combinaciones estudiadas respecto a la calicata C-02 y C-03 en el laboratorio se obtuvieron los siguientes datos, respecto a los límites líquidos plásticos e índices de plasticidad respectivamente:

Tabla 28. Resultado de los límites de consistencia del suelo con adición

Calicata	Muestra	Límite líquido (LL)%	Límite Plástico (LP)%	Índice de Plasticidad (IP)%
C-02	Suelo patrón, 0.0%	23.9	14.5	9.4
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	23.70	15.1	8.6
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	23.10	15.3	7.8
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	22.50	15.8	6.7
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	24.10	16.4	7.7
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	23.50	17.6	5.9
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	22.50	17.3	5.2
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	24.10	18.2	5.9
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	23.20	17.7	5.5
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	20.50	15.2	5.3
C-03	Suelo patrón, 0.0%	24.8	15.1	9.7
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	24.40	15.36	9.04
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	23.90	16.3	7.6
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	23.35	16.7	6.65
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	23.78	16.4	7.38
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	23.05	16.6	6.45
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	22.15	17.3	4.85
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	23.45	16.5	6.95
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	22.40	16.7	5.7
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	21.50	16.5	5

Fuente: Elaboración propia

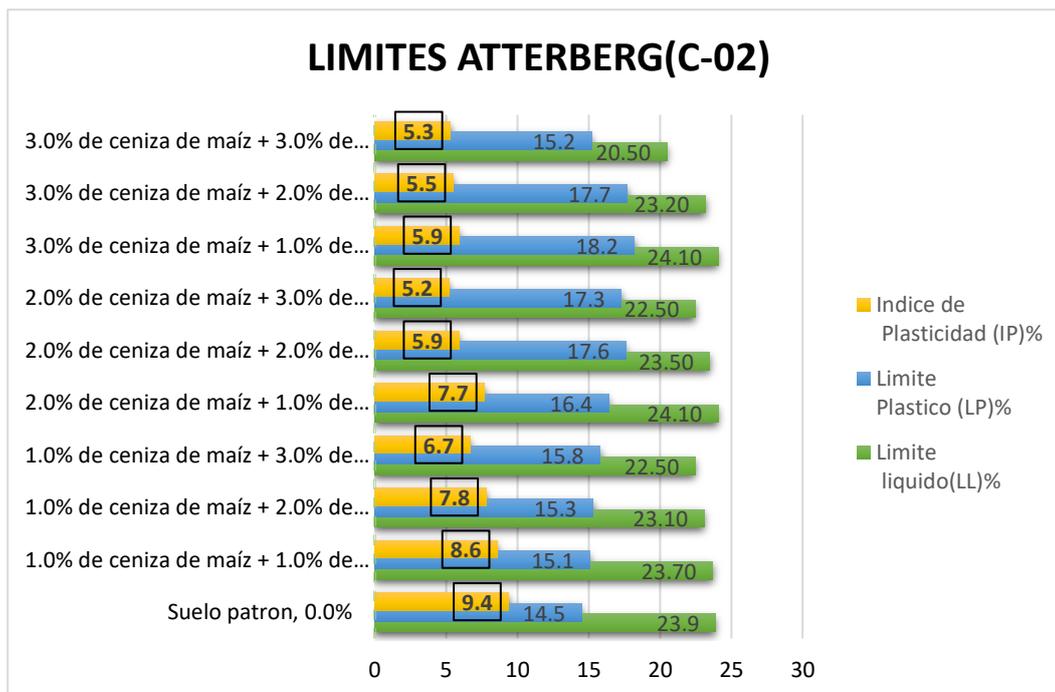


Figura 51: Límites de consistencia de suelo patrón + dosificaciones (C-02)

**Interpretación:** Según la tabla 28 y la figura 51 se concluyó que para el suelo patrón con LL de 23.9%, un LP de 14.5% y IP 9.7% siendo clasificado como suelos arcillosos de baja plasticidad según su IP se encuentra ubicado en el rango de plasticidad media ( $7 < IP < 20$ ), y al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), mostro un LL de 23.70%, un LP de 15.1% y un IP de 8.6%; (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), mostro un LL de 23.10%, un LP de 15.3% y un IP de 7.8%; (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), mostro un LL de 23.10%, un LP de 15.3% y un IP de 7.80%; (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), mostro un LL de 24.10%, un LP de 16.4% y un IP de 7.70%; (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), mostro un LL de 23.50%, un LP de 17.6% y un IP de 5.9%; (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), mostro un LL de 22.50%, un LP de 17.3% y un IP de 5.2%; (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), mostro un LL de 24.1%, un LP de 18.2% y un IP de 5.9%; (3.0% de CM + 2.0% de CHP.), mostro un LL de 23.20%, un LP de 17.7% y un IP de 5.5% y (3.0% de CM + 3.0% de CHP.), mostro un LL de 20.50%, un LP de 15.2% y un IP de 5.3% respectivamente. A lo cual respecto a la muestra del suelo natural de la C-02, se visualiza que el IP disminuyó en -8.51%, -17.02%, -28.72%, -18.08%, -37.23%, -44.68%, -37.23%, -41.48%, -43.61%. respectivamente. Siendo esto positivo para los suelos, al proveer de una menor plasticidad en los suelos

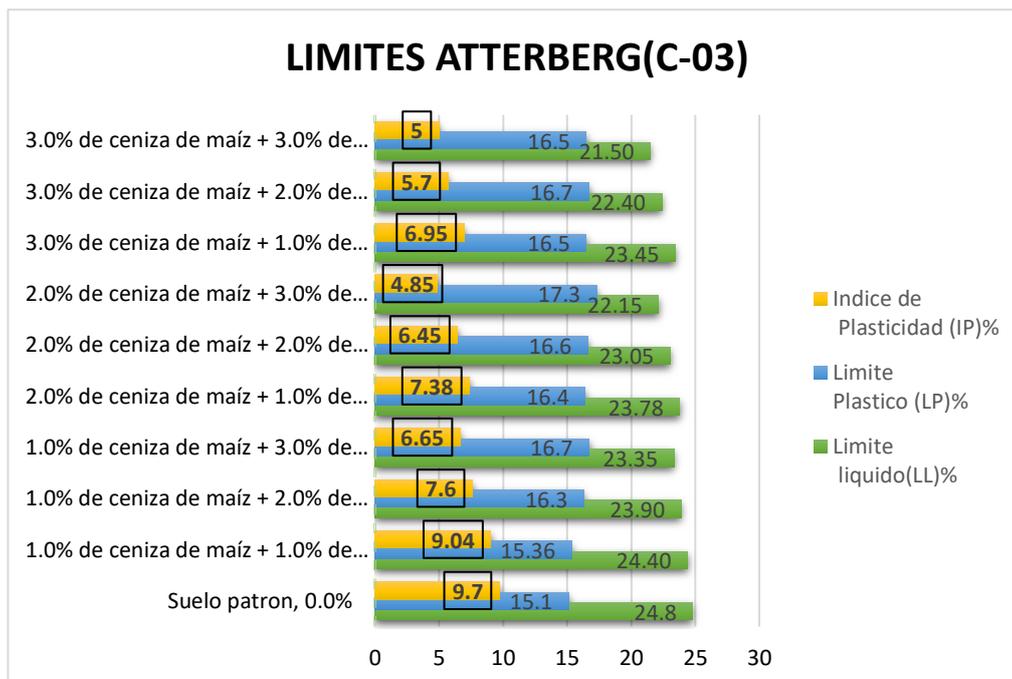


Figura 52: Límites de consistencia de suelo patrón + dosificaciones (C-03)

**Interpretación:** Según la tabla 28 y la figura 52 se concluyó que para el suelo patrón con Límite líquido 24.8%, límite plástico 15.1% y la diferencia de estas indicando índice de plasticidad con 9.7% siendo clasificado como suelos arcillosos de baja plasticidad según su IP se encuentra ubicado en el rango de plasticidad media ( $7 < IP < 20$ ), y al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), mostro un LL de 24.40%, un LP de 15.36% y un IP de 9.04%; (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), mostro un LL de 23.90%, un LP de 16.3% y un IP de 7.6%; (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), mostro un LL de 23.35%, un LP de 16.7% y un IP de 6.65%; (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), mostro un LL de 23.78%, un LP de 16.4% y un IP de 7.38%; (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), mostro un LL de 23.05%, un LP de 16.6% y un IP de 6.45%; (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), mostro un LL de 22.15%, un LP de 17.3% y un IP de 4.85%; (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), mostro un LL de 23.45%, un LP de 16.5% y un IP de 6.95%; (3.0% de CM + 2.0% de CHP.), mostro un LL de 22.40%, un LP de 16.7% y un IP de 5.7% y (3.0% de CM + 3.0% de CHP.), mostro un LL de 21.50%, un LP de 16.5% y un IP de 5% respectivamente. A lo cual respecto la muestra del suelo natural de la C-03, el IP disminuyó en -6.80%, -21.64%, -31.44%, -23.91%, -33.50%, -50 %, -28.35%, -41.23%, -48.45% respectivamente. Siendo esto positivo para los suelos, al proveer de una menor plasticidad en los suelos.



Figura 53: determinación Límites de consistencia

**Interpretación final:** Se llegó a presenciar que para el suelo natural (, C-02 y C-03), donde presenta el suelo con un IP medio( $7 < IP \leq 20$ ) al adicionar cenizas de maíz y hojas en sus combinaciones correspondientes el suelo presentó un IP inicial medio( $7 < IP \leq 20$ ), con una tendencia de descenso a IP baja ( $7 > IP$ ) final respecto a las combinaciones, lo que indica una clara disminución debido a las propiedades positivas presentes de las cenizas de hojas de pino y maíz.

#### **Objetivo Especifico 02:**

Determinar cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, Ancash – 2022.

#### **Proctor Modificado**



Figura 54: Desarrollo de Proctor modificado de suelo patrón+ dosificaciones

Dado las características del suelo patrón presente en su mayoría limos y arcillas el ensayo se realizó bajo el método tipo “C”, donde se determinó el contenido óptimo de humedad así como la densidad máxima seca, adicionando cenizas de tallo de maíz y hojas de pino bajo las siguientes combinaciones de diseño identificadas como:

Tabla 29. Resultado de óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca

Calicata	Muestra	Óptimo contenido de Humedad OCH (%)	Máxima Densidad Seca MDS (gr/cm <sup>3</sup> )
C-02	Suelo patrón, 0.0%	13.30	1.76
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	9.6	1.804
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	9.4	1.828
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	10.2	1.795
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	11.7	1.801
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	10.8	1.793
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	11.4	1.807
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	9.5	1.821
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	10.1	1.851
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	12.2	1.779
C-03	Suelo patrón, 0.0%	13.8	1.76
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	9.40	1.816
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	9.50	1.825
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	15.00	1.716
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	12.50	1.808
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	9.60	1.784
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	12.50	1.808
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	9.20	1.816
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	9.80	1.838
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	11.90	1.784

Fuente: Elaboración propia

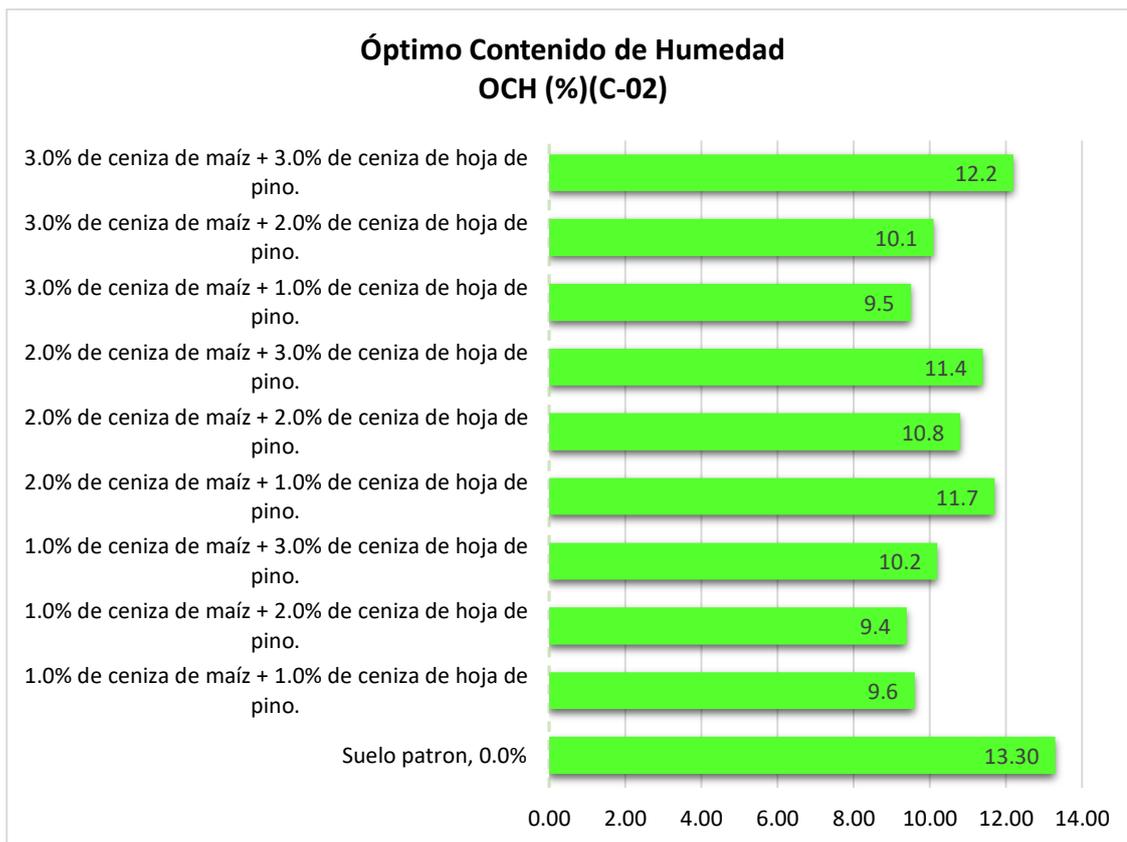


Figura 55: óptimo contenido de humedad de suelo patrón(C-02) + dosificaciones

**Interpretación:** Se observa en la figura 55 el Óptimo Contenido de Humedad (OCH), que alcanzó el suelo patrón (C-02) es de 13.30% respectivamente y al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP) se obtuvieron los siguiente resultados: 9.60%, 9.40%, 10.20%, 11.70%, 10.80%, 11.40%, 9.50%, 10.10%, 12.20%, respectivamente. Visualizándose un descenso del porcentaje de óptimo de humedad en: -3.7%, -3.9%, -3.1%, -1.6%, -2.5%, -1.9%, -3.8%, -3.2%, y -1.1% respecto al suelo patrón, siendo esto óptimo para la optimización de recursos en la etapa de ejecución.

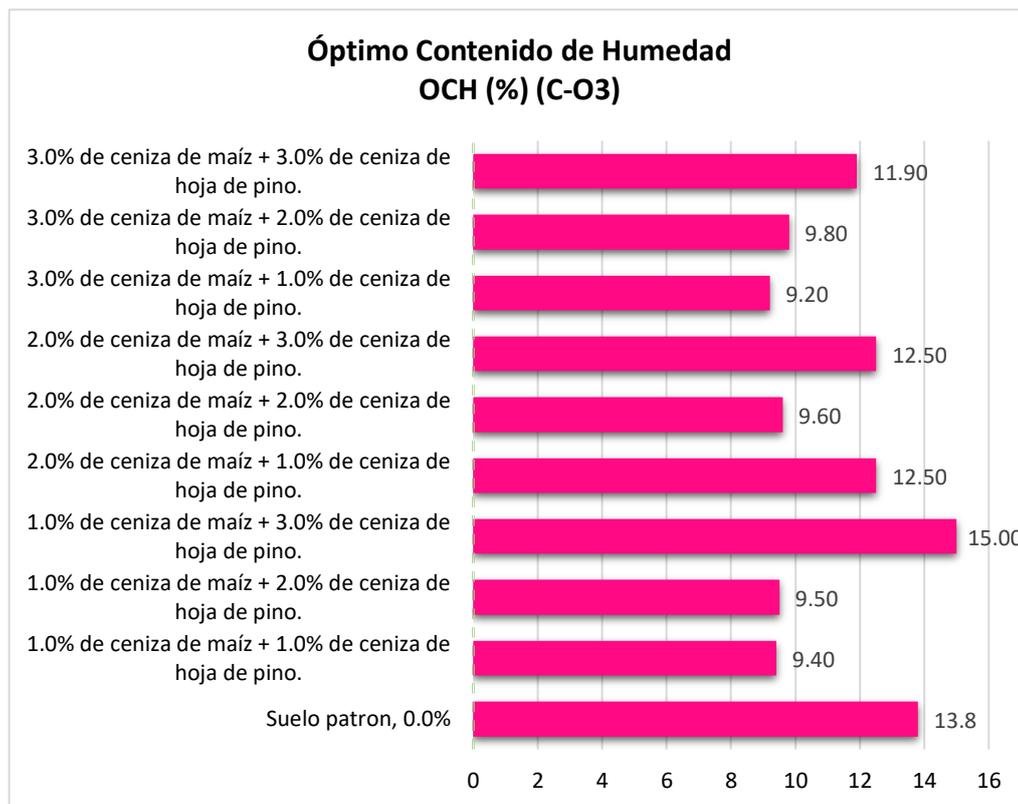


Figura 56: *optimo contenido de humedad de suelo patrón(C-03) + dosificaciones*

**Interpretación:** Se observa en la figura 56 el Óptimo Contenido de Humedad (OCH), que alcanzó el suelo patrón (C-03) es de 13.8% respectivamente y al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP), se obtuvo los siguientes resultado: 9.40%, 9.50%, 15.00%, 12.50%, 9.60%, 12.50%, 9.20%, 9.80% y 11.90% respectivamente. Visualizándose un descenso del porcentaje de óptimo de humedad en: -4.4%, -4.3%, +1.2%, -1.3%, -4.2%, -1.3%, -4.6%, -4%, y -1.9% respecto al suelo patrón, a excepción de (1.0% de CM + 3.0% de CHP.) donde se visualiza un incremento hasta +1.2% del suelo patrón.

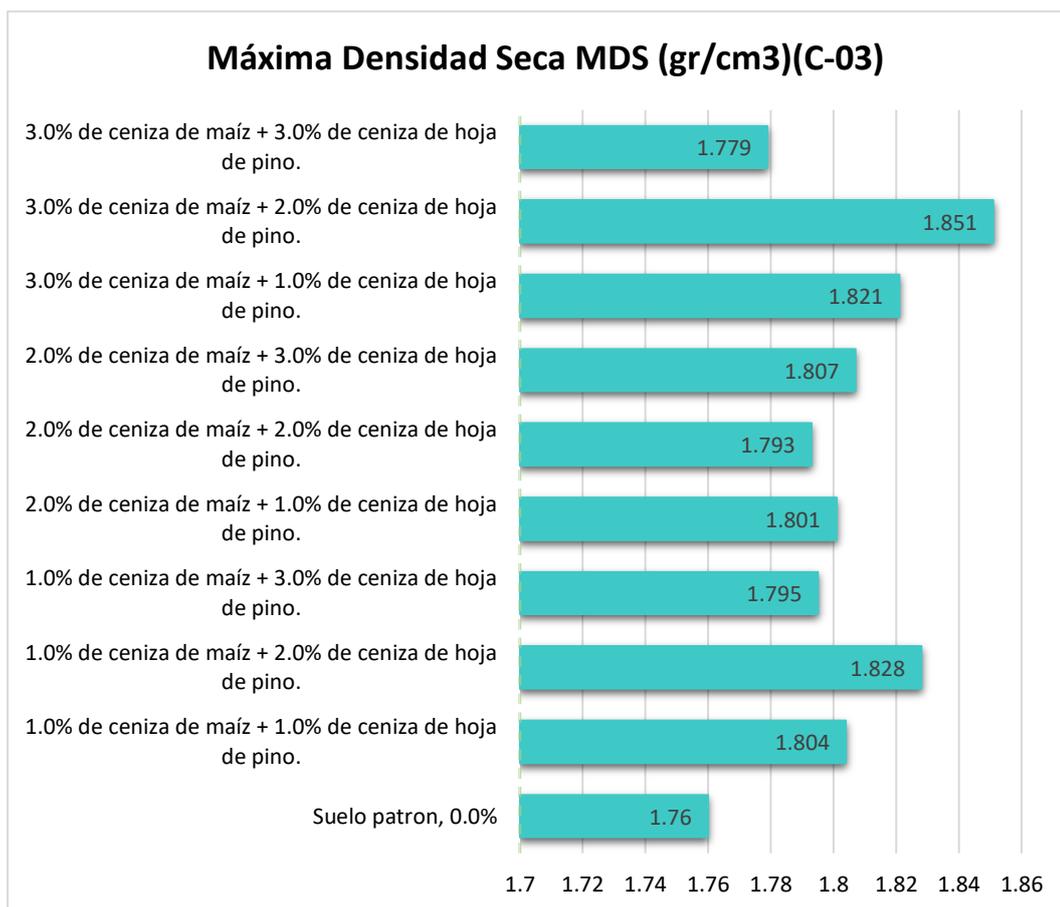


Figura 57: máxima densidad seca de suelo patrón + dosificaciones (C-02)

**Interpretación:** Se observa en la figura 57, la Máxima Densidad Seca (MDS), que alcanzó el suelo natural de la C-02 es de 1.76 gr/cm<sup>3</sup>, respectivamente y al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP), se obtuvo los siguientes resultados: 1.804 gr/cm<sup>3</sup>, 1.828 gr/cm<sup>3</sup>, 1.795 gr/cm<sup>3</sup>, 1.801 gr/cm<sup>3</sup>, 1.793 gr/cm<sup>3</sup>, 1.807 gr/cm<sup>3</sup>, 1.821 gr/cm<sup>3</sup>, 1.851 gr/cm<sup>3</sup> y 1.779 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. estos datos concluyeron en un incremento respecto a la muestra patrón en: +0.044gr/cm<sup>3</sup> (1.804 gr/cm<sup>3</sup>), +0.068gr/cm<sup>3</sup> (1.828 gr/cm<sup>3</sup>), +0.035gr/cm<sup>3</sup> (1.795 gr/cm<sup>3</sup>), +0.041gr/cm<sup>3</sup> (1.801 gr/cm<sup>3</sup>), +0.033gr/cm<sup>3</sup> (1.793 gr/cm<sup>3</sup>), +0.047gr/cm<sup>3</sup> (1.807 gr/cm<sup>3</sup>), +0.061gr/cm<sup>3</sup> (1.821 gr/cm<sup>3</sup>), +0.091gr/cm<sup>3</sup> (1.851 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.036gr/cm<sup>3</sup> (1.779 gr/cm<sup>3</sup>).

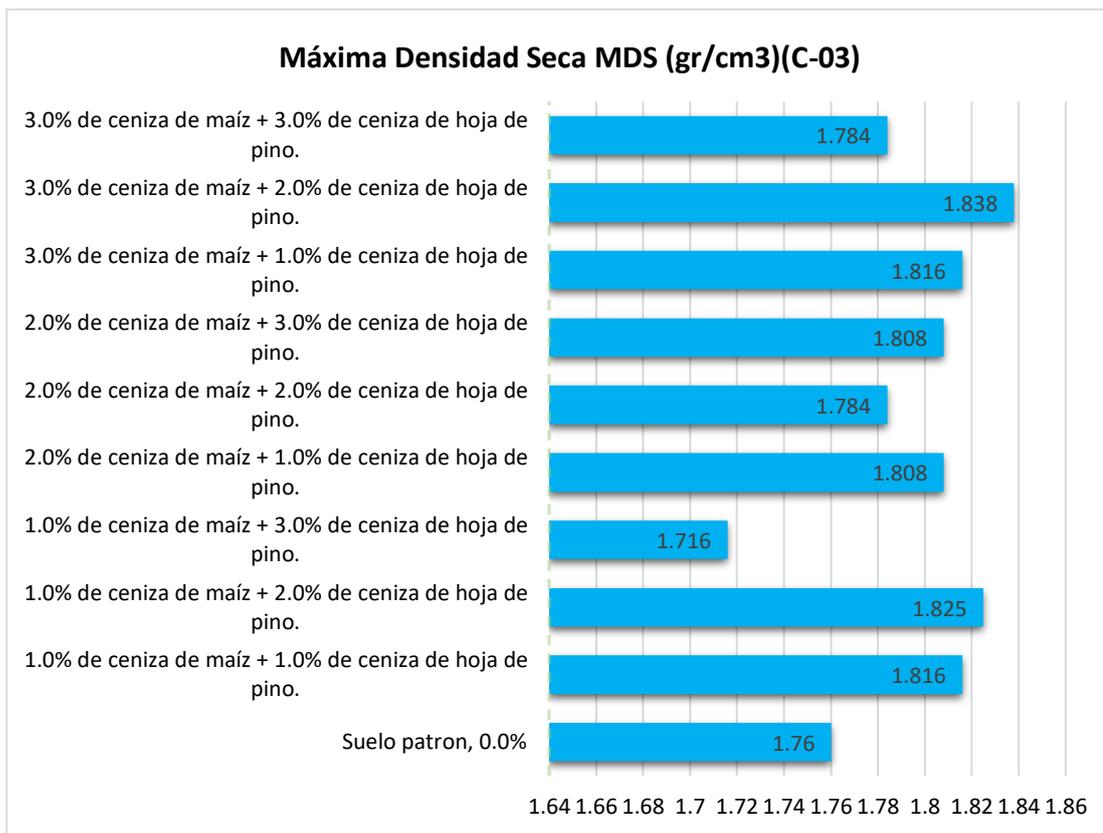
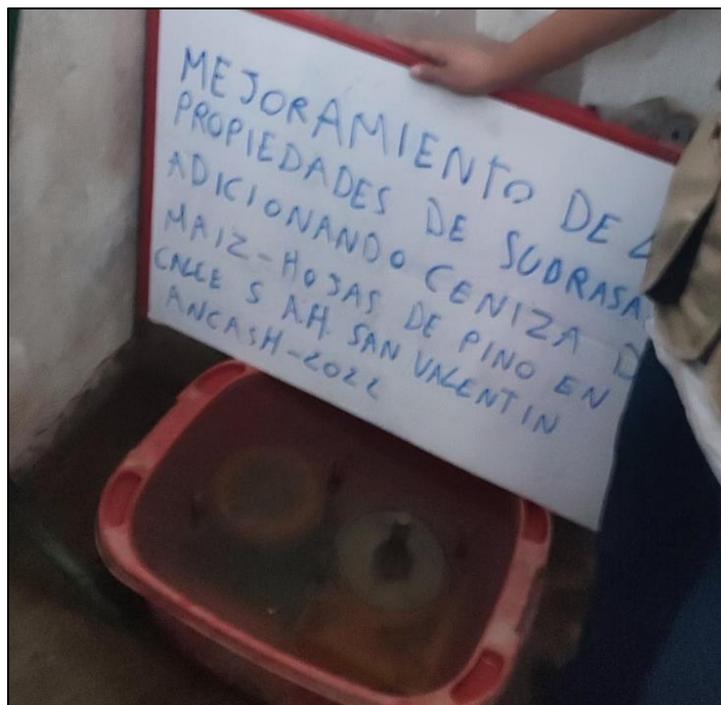


Figura 58: máxima densidad seca de suelo patrón + dosificaciones (C-03)

**Interpretación:** Se observa en la figura 58, la Máxima Densidad Seca (MDS), que alcanzó el suelo natural de la C-03 es de 1.76 gr/cm<sup>3</sup>, así mismo al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP), se aprecia los siguientes resultados obtenidos: 1.816 gr/cm<sup>3</sup>, 1.825 gr/cm<sup>3</sup>, 1.716 gr/cm<sup>3</sup>, 1.808 gr/cm<sup>3</sup>, 1.784 gr/cm<sup>3</sup>, 1.808 gr/cm<sup>3</sup>, 1.816 gr/cm<sup>3</sup>, 1.838 gr/cm<sup>3</sup> y 1.784 gr/cm<sup>3</sup> y 1.76 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. Estos resultados presentaron un incremento de: +0.056 gr/cm<sup>3</sup> (1.816 gr/cm<sup>3</sup>), +0.065 gr/cm<sup>3</sup> (1.825 gr/cm<sup>3</sup>), +0.048 gr/cm<sup>3</sup> (1.808 gr/cm<sup>3</sup>), +0.024 gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>), +0.048 gr/cm<sup>3</sup> (1.808 gr/cm<sup>3</sup>), +0.056 gr/cm<sup>3</sup> (1.816 gr/cm<sup>3</sup>), +0.078 gr/cm<sup>3</sup> (1.838 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.024 gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>) respecto a la muestra patrón. Donde se visualiza el incremento de la máxima densidad seca a medida que se incrementa los valores de las dosificaciones de ceniza de tallo de maíz y hojas de pino.

## CBR

El ensayo de CBR se determinó para la calicata patrón y para las combinaciones al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP), realizado a partir de datos de la tabla 20, del OCH y MDS que se pudo determinar a partir del ensayo de Proctor Modificado.



*Figura 59: muestras para ensayo de CBR sumergidas por 3 días*

Para hallar la capacidad del suelo, se realizó muestras cada uno sometido a 56 golpes en función que para este ensayo se usó el método "C", se muestra la tabla de resultados obtenido:

Tabla 30. Resultado de ensayo de CBR para muestra patrón + dosificaciones

Calicata	Muestra	CBR 95%	CBR 100%
C-02	Suelo patrón, 0.0%	4.75	7.38
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	11.8	22.4
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	17.9	22.2
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	18.79	20.52
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	12.32	17.66
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	11.96	16.41
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	12.76	18.14
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	12.77	19.5
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	14.01	23.3
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	11.95	15.76
C-03	Suelo patrón, 0.0%	4.51	6.5
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	13.60	23.1
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	17.70	22.2
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	14.22	19.01
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	12.69	18.1
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	11.65	16.05
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	12.81	18.2
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	12.74	18.83
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	13.72	21.24
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	12.12	16.01

Fuente: Elaboración propia



Figura 60: desarrollo de ensayo de CBR (C-02)

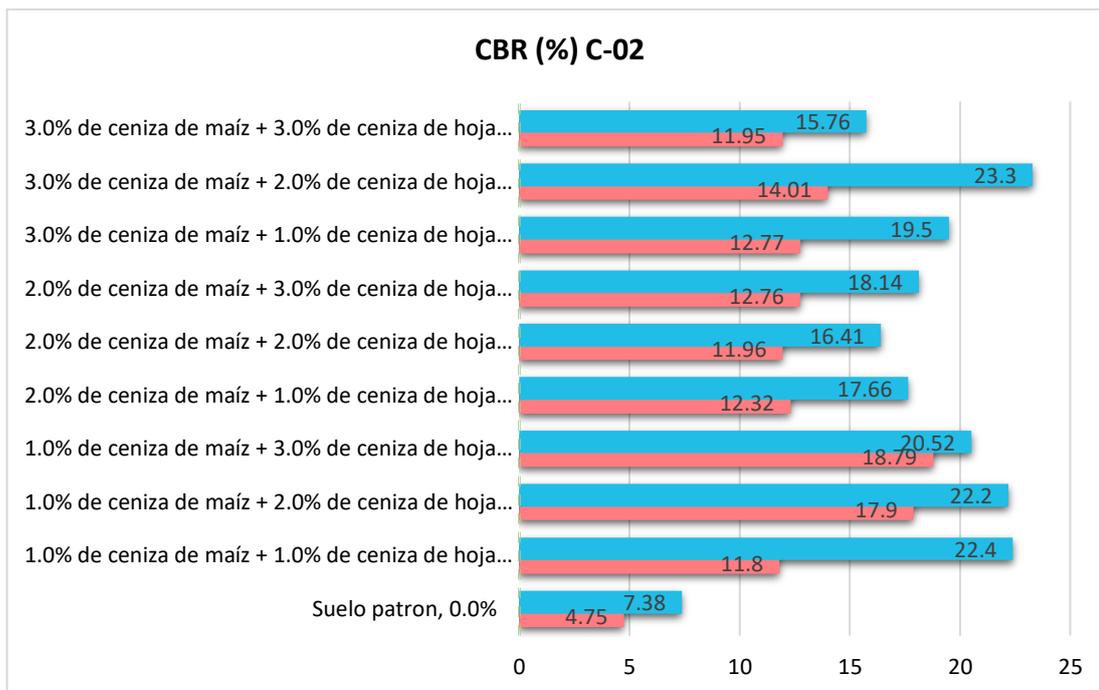


Figura 61: CBR al 100% y al 95% de muestra patrón+ dosificaciones(C-02)

**Interpretación:** Se observa en la figura 61 los resultados del ensayo de CBR (%), donde para el suelo natural de la C-02 indico para una MDS al 95% resulto 4.75%, asi mismo al 100% de MDS mostro un 7.38% de CBR, a la vez al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.) al 95% mostro 11.8% y al 100% mostro de MDS 22.4%, (1.0% de CM + 2.0% de CHP.) al 95% mostro 17.9% y al 100% mostro de MDS 22.4%, (1.0% de CM + 3.0% de CHP.) al 95% mostro 18.79% y al 100% mostro de MDS 20.52%, (2.0% de CM + 1.0% de CHP.) al 95% mostro 12.32% y al 100% mostro de MDS 17.66%, (2.0% de CM + 2.0% de CHP.) al 95% mostro 12.81% y al 100% mostro de MDS 16.05%, (2.0% de CM + 3.0% de CHP.) al 95% mostro 12.76% y al 100% mostro de MDS 18.14%, (3.0% de CM + 1.0% de CHP.) al 95% mostro 12.77% y al 100% mostro de MDS 19.5%,(3.0% de CM + 2.0% de CHP.) al 95% mostro 14.01% y al 100% mostro de MDS 23.3% y (3.0% de CM + 3.0% de CHP) al 95% mostro 11.95% y al 100% mostro de MDS 15.76% respectivamente. A lo que se compara con la muestra patrón y se visualiza un incremento en: +7.05% (11.8%), +13.15% (17.9%), +14.04% (18.79%), +7.57% (12.32%) +7.21% (11.96%), +8.01% (12.76%), +8.02(12.77%), 9.26% (14.01%), +7.2% (11.95%) indicando una tendencia positiva del CBR respecto a las cenizas



Figura 62: desarrollo de ensayo de CBR (C-03)

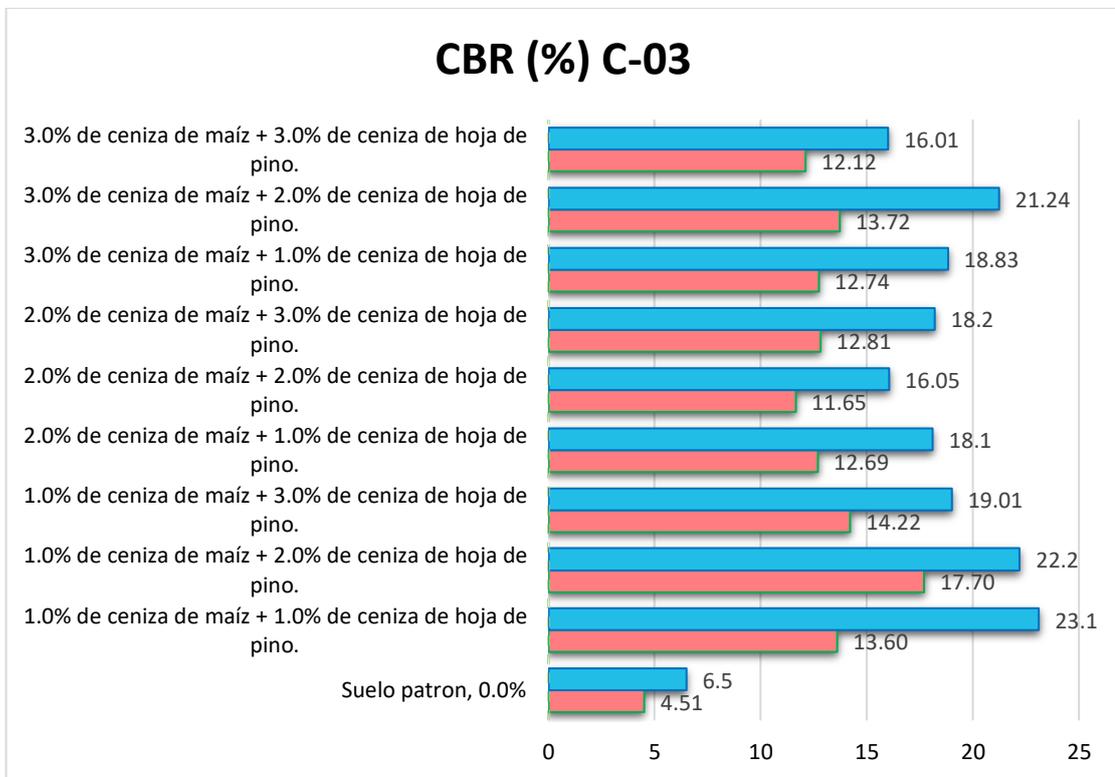


Figura 63: CBR al 100% y al 95% de muestra patrón+ dosificaciones(C-03)

**Interpretación:** Se observa en la figura 63 los resultados del ensayo de CBR (%), para el suelo natural de la C-03 donde para un MDS al 95% mostro 4.51% y al 100% de MDS mostro un 6.5% contemplándose un suelo de baja calidad, así mismo al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.) al 95% mostro 13.6% y al 100% mostro de MDS 23.1%, (1.0% de CM + 2.0% de CHP.) al 95% mostro 17.70% y al 100% mostro de MDS 22.2%, (1.0% de CM + 3.0% de CHP.) al 95% mostro 14.22% y al 100% mostro de MDS 19.01%, (2.0% de CM + 1.0% de CHP.) al 95% mostro 11.65% y al 100% mostro de MDS 16.05%, (2.0% de CM + 2.0% de CHP.) al 95% mostro 12.81% y al 100% mostro de MDS 16.05%, (2.0% de CM + 3.0% de CHP.) al 95% mostro 12.81% y al 100% mostro de MDS 18.2%, (3.0% de CM + 1.0% de CHP.) al 95% mostro 12.74% y al 100% mostro de MDS 18.83%, (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) al 95% mostro 13.72% y al 100% mostro de MDS 21.24% y (3.0% de CM + 3.0% de CHP) al 95% mostro 12.12% y al 100% mostro de MDS 16.01% respectivamente. A lo que comparado con la muestra patrón se observa un crecimiento de los valores del CBR en +9.09% (13.6%), +13.19(17.70%), +9.71(14.22%), +8.18% (12.69%) +7.14% (11.65%), +8.3% (12.81%), +8.23(12.74%), 9.21% (13.72%), +7.61% (12.12%). Siendo esto óptimo puesto que indica que se está mejorando la capacidad del suelo para infraestructuras viales.

**Interpretación final:** Con respecto al OCH con adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino presenta un decrecimiento de sus valores hasta valores máximos de 9.2% respecto al 13.3% del suelo natural, esto debido a que las cenizas puzolánicas adicionadas reaccionan y cumplen la función de llenar los vacíos presentes en los suelos permitiendo así el menor acceso de este. Así mismo estos valores se ven reflejados en MDS donde la adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino presenta un incremento continuo y exponencial con respecto al suelo natural de la C-01 y C-02 donde se llegó a la MDS con la combinación (3.0% de CM + 2.0% de CHP.). de igual modo para el CBR con la aplicación de adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino, presentan un incremento significativo respecto al CBR natural, al adicionar esta última dosificación el CBR presenta un crecimiento positivo del CBR cumpliendo con los parámetros mínimos necesarios indicado por el MTC.

**Objetivo específico 3:** Determinar la dosificación óptima de ceniza de maíz - hoja de pino para mejorar las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

Tabla 31. Influencia de dosificaciones

Muestra	Descripción	IP	OCH	MDS	CBR	CBR
		(%)	(%)	(gr/cm3)	95(%)	100(%)
C-02	Suelo patrón, 0.0%	9.4	13.30	1.76	4.75	7.38
	1.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	8.6	9.6	1.804	11.8	22.4
	1.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	7.8	9.4	1.828	17.9	22.2
	1.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	6.7	10.2	1.795	18.79	20.52
	2.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	7.7	11.7	1.801	12.32	17.66
	2.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	5.9	10.8	1.793	11.96	16.41
	2.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	5.2	11.4	1.807	12.76	18.14
	3.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	5.9	9.5	1.821	12.77	19.5
	3.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	5.5	10.1	1.851	14.01	23.3
	3.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	5.3	12.2	1.779	11.95	15.76
C-03	Suelo patrón, 0.0%	9.7	13.8	1.76	4.51	6.5
	1.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	9.04	9.40	1.816	13.60	23.1
	1.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	7.6	9.50	1.825	17.70	22.2
	1.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	6.65	15.00	1.716	14.22	19.01
	2.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	7.38	12.50	1.808	12.69	18.1
	2.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	6.45	9.60	1.784	11.65	16.05
	2.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	4.85	12.50	1.808	12.81	18.2
	3.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.	6.95	9.20	1.816	12.74	18.83
	3.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.	5.7	9.80	1.838	13.72	21.24
	3.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.	5	11.90	1.784	12.12	16.01

Fuente: Elaboración propia

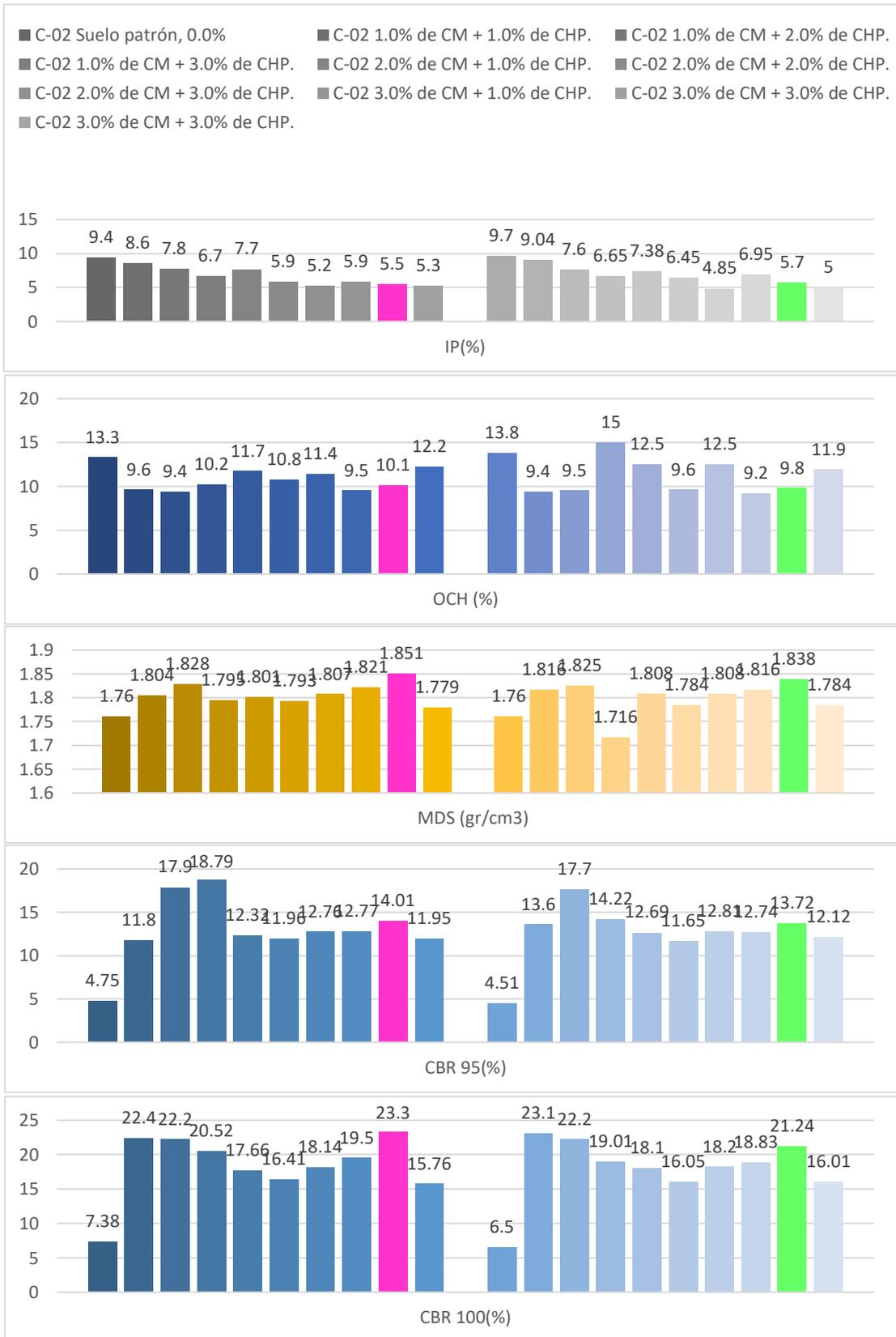


Figura 64: grafico de dosificación optima para c-02 y c-03

**Interpretación IP:** En la figura 64 se visualiza que el IP del suelo natural para la calicata c-02 y C-03 pertenecen a la categoría IP medio ( $7 < IP \leq 20$ ) suelos con niveles significativos de expansibilidad y plasticidad. Consecuentemente se visualiza que presenta una disminución del IP producto de la adición de la ceniza de maíz y hojas de pino con las combinaciones antes mencionadas de hasta un -8.51%, -17.02%, -28.72%, -18.08%, -37.23%, -44.68%, -37.23%, -41.48%, -43.61% respectivamente para la calicata C-03 y -6.80%, -21.64%, -31.44%, -23.91%, -33.50%, -50 %, -28.35%, -41.23%, -48.45%, respectivamente para la calicata C-03, donde se visualiza que a partir de las dosificaciones de (2.0% de CM + 2.0% de CHP.) los suelos presentan valores con IP baja ( $7 > IP$ ), siendo este un factor positivo, el suelo tiende a comportarse de una manera más estable y segura

**Interpretación OCH:** En la figura 64 se visualiza que el OCH del suelo natural para la calicata c-02 y C-03 son 13.3% y 13.8% a lo cual se visualiza una disminución del OCH producto de la adición de la ceniza de maíz y hojas de pino con las combinaciones antes mencionadas de hasta un -3.7%, -3.9%, -3.1%, -1.6%, -2.5%, -1.9%, -3.8%, -3.2%, y -1.1% respectivamente y para la calicata C-3 -4.4%, -4.3%, +1.2%, -1.3%, -4.2%, -1.3%, -4.6%, -4%, y -1.9%, respectivamente donde se visualiza que las combinaciones más favorables para el desempeño de la subrasante es donde visualiza un menor OCH los cuales son: (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 2.0% de CHP.)

**Interpretación MDS:** En la figura 64 se visualiza que la MDS del suelo natural para la calicata c-02 y C-03 es 1.76 gr/cm<sup>3</sup>, a lo cual presenta un incremento de sus valores de la MDS producto de la adición de la ceniza de maíz y hojas de pino con las combinaciones antes mencionadas de hasta un: +0.044gr/cm<sup>3</sup> (1.804 gr/cm<sup>3</sup>), +0.068gr/cm<sup>3</sup> (1.828 gr/cm<sup>3</sup>), +0.035gr/cm<sup>3</sup> (1.795 gr/cm<sup>3</sup>), +0.041gr/cm<sup>3</sup> (1.801 gr/cm<sup>3</sup>), +0.033gr/cm<sup>3</sup> (1.793 gr/cm<sup>3</sup>), +0.047gr/cm<sup>3</sup> (1.807 gr/cm<sup>3</sup>), +0.061gr/cm<sup>3</sup> (1.821 gr/cm<sup>3</sup>), +0.091gr/cm<sup>3</sup> (1.851 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.036gr/cm<sup>3</sup> (1.793 gr/cm<sup>3</sup>). respectivamente y para la calicata C-3 en +0.056gr/cm<sup>3</sup> (1.816 gr/cm<sup>3</sup>), +0.065gr/cm<sup>3</sup> (1.825 gr/cm<sup>3</sup>), +0.048gr/cm<sup>3</sup> (1.808 gr/cm<sup>3</sup>), +0.024gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>), +0.048gr/cm<sup>3</sup> (1.808 gr/cm<sup>3</sup>),

+0.056gr/cm<sup>3</sup> (1.816 gr/cm<sup>3</sup>), +0.078gr/cm<sup>3</sup> (1.838 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.024gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>), donde se visualiza que las combinaciones más favorables donde visualiza un mayor incremento de MDS son: (1.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 2.0% de CHP.)

**Interpretación CBR:** En la figura 64 se visualiza que el CBR del suelo natural para la calicata c-02 y C-03 es 4.75% y 4.51% para un CBR al 95% y de 7.38 y 6.5 para un CBR al 100% siendo considerados estos valores pobres (3-6) y regular (6-10) suelos no aptos para la ejecución de obras viales. A lo cual producto de la adición de la adición de la ceniza de maíz y hojas de pino con las combinaciones antes mencionadas presenta un incremento significativo donde se visualiza que las combinaciones más favorables con un mayor incremento de CBR para una MDS al 95% los cuales son: (1.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (1.0% de CM + 3.0% de CHP.) y para un CBR con MDS al 100% son: : (1.0% de CM + 1.0% de CHP.) y (2.0% de CM + 3.0% de CHP).donde los valores resultantes pueden llegar a 13.72% para CBR al 95% y 21.24% para CBR al 100% siendo estos clasificados como subrasante buenos(10-20) y muy bueno(20-30) óptimos para infraestructuras viales

**Interpretación final:** Se puede concluir entonces en cuanto al IP las dosificaciones más óptimas que se encuentran a partir de la combinación (2.0% de CM + 2.0% de CHP.) puestos permiten obtener suelos con IP bajo(7>IP) suelos óptimos para el diseño de vías por su baja plasticidad. Así mismo se visualiza que las dosificaciones más favorables de OCH Y MDS para su desempeño y diseño en infraestructuras viales respetando el criterio del IP son las combinaciones de (3.0% de CM + 1.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y finalmente tomando en base los puntos anteriores y se evalúa el parámetro del CBR siendo este la base para la capacidad de soporte de la subrasante para la infraestructura vial se debe emplear los valores mayores posibles a lo cual se concluye que la dosificación óptima es (3.0% de CM + 2.0% de CHP.). Obteniendo consigo una subrasante con óptimas condiciones con IP bajo(7>IP) y a la vez obtener subrasante buenos (10-20) y muy bueno (20-30), parámetros óptimos para el diseño de infraestructuras viales

## V. DISCUSIÓN

### GRANULOMETRIA

**Objetivo Especifico 01:** Determinar cómo influye la adición de ceniza de maíz-hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

Para Peralta Ángel (2020), en su investigación titulado” Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad de soporte mediante la incorporación de la ceniza de gallinaza” analizó la influencia en los análisis granulométricos producto de la adición de la ceniza de gallinaza en dosificaciones de 0%, 2%, 4% y 8% donde obtuvo que : para 0% muestra patrón, clasificado como A-4,SC presento valores de grava en 27.97%, arenas 43.78% y finos de 28.25% asi mismo para el incremento de las adiciones se presencié que las 3 adiciones presentaban suelos tipo A-4, SC asi mismo los porcentajes de composición de los suelos son: grava 27.42%, 26.89% y 25.89% respectivamente, para arenas: 44. 89%, 45.95% y 47.95% respectivamente y finalmente de finos de 27.70%, 27.16% y 26.16%, donde se puede verificar a medida de la adición de la cenizas los valores de arena incrementan hasta en un 4.17% y decrecen los valores de grava y finos en -2.08% y -2.09% respectivamente

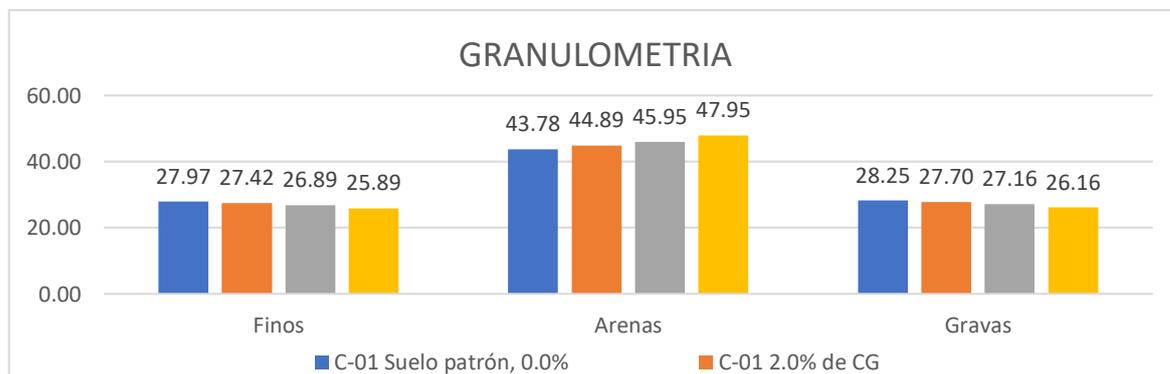


Figura 65: composición de suelos Peralta Ángel

En la presente investigación el análisis granulométrico concluyo en los siguientes resultados: para las calicatas C-02 y C-03 obtuvo una clasificación de suelo de AASTHO: A-6 Y SUCS: SC donde los porcentajes de composición del suelo es de gravas 50.15%, arenas de 49.85% y 0% finos. Así mismo al agregarse las cenizas de tallo de maíz y hojas de pino en las siguientes dosificaciones: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0%

de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP), se obtuvo para la clasificación de suelos las combinaciones no presentan variación las 9 combinaciones se clasifican en A-6 y SC, en el caso de la composición de los suelos se obtuvo para: grava valores de: 50.15%, 49.16%, 48.69%, 48.69%, 48.22%, 48.69%, 48.22%, 47.76%, 48.22%, 47.76%, 47.31% así mismo para arenas en 49.85%, 50.84%, 51.31%, 51.78%, 51.31%, 51.78%, 52.24%, 51.78%, 52.24%, 52.69%, en el caso las combinaciones presentaron valores de 0%. De los datos obtenidos se visualiza que los porcentajes de arena incrementan respecto a la muestra patrón hasta un máximo de 2.845% y el de grava disminuye en un 2.84%.

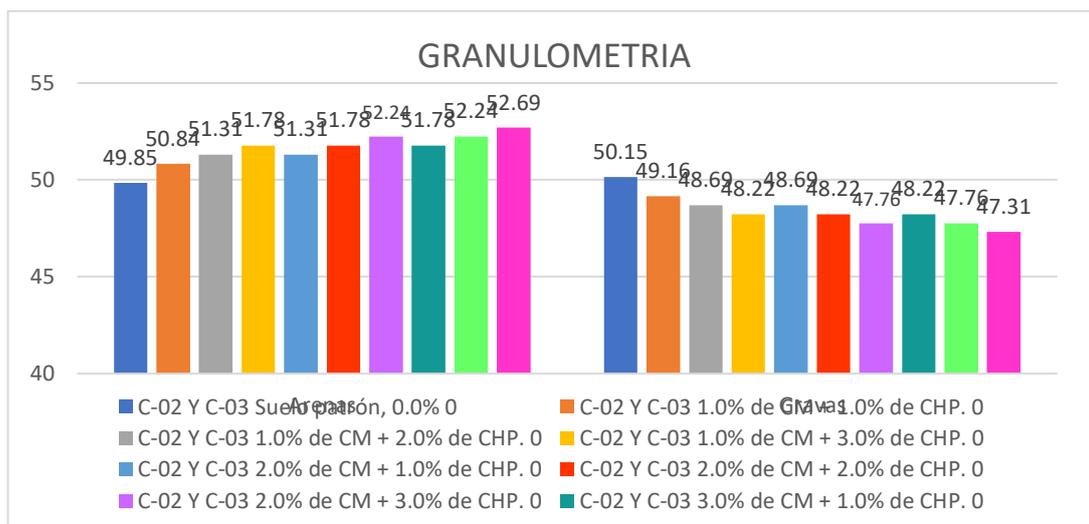


Figura 66: composición de suelos, patrón+09 combinaciones

Para Peralta Ángel (2020), concluyen el análisis granulométrico en la muestra de la C-01 con las combinaciones de ceniza en 2%, 4% y 8%, respecto a la clasificación de suelos este no presenta variación tanto la muestra y dosificaciones se clasifico como a-4, SC, así mismo de la composición del suelo se visualizó una tendencia al incremento de los porcentajes de arenas de manera lineal de hasta un 4.17% y un decrece de los porcentajes de finos y gravas en -2.08% y -2.09% respectivamente. Así mismo para la presente investigación al adicionar en las dosificaciones antes mencionadas a la muestra del suelo natural de la C-02 y C-03, la clasificación de suelos no presento variación siendo este A-6, SC y la clasificación de suelos presento un incremento de la arena de hasta 2.845% y un descenso de 2.84% y los finos no presentaron variación, a lo que se concluye que ambas investigación presentan similitud, puesto que los

porcentajes añadidos no presentan una variación del tipo de suelo y así mismo se visualizó un incremento de las partículas de grava.

Los resultados obtenidos por Peralta Angel (2020) cumplen con la granulometría requerida según la norma NTP 400.012; de igual manera en el caso de la investigación al adicionar las dosificaciones de cenizas de maíz y hojas de pino se cumpla la normativa.

## IP

Para García Alicia y Saldaña Jhon (2022), en su investigación titulado “Adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto para mejorar la subrasante”, se determinó los siguientes resultados del IP del suelo en la muestra de la C-01 con las 9 combinaciones de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15% y de terrasil en 0.80lt/m<sup>3</sup>, 1.20lt/m<sup>3</sup> y 1.60lt/m<sup>3</sup> respectivamente, donde se visualizó una disminución del IP donde los más relevante dosificaciones son 0.80 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 15% de ceniza de hojas de eucalipto el IP se disminuyó de 17.5% a 10.8%, así mismo, con 1.20 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 15% de ceniza se obtuvo valor del IP de 13.6% y con 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 15% de ceniza se obtuvo el valor de 13.5%, disminuyendo el IP en un -38.28%, -22.28% y -23.1% respectivamente, en la mayoría de los casos disminuye el IP respecto al suelo natural (ver gráfico).

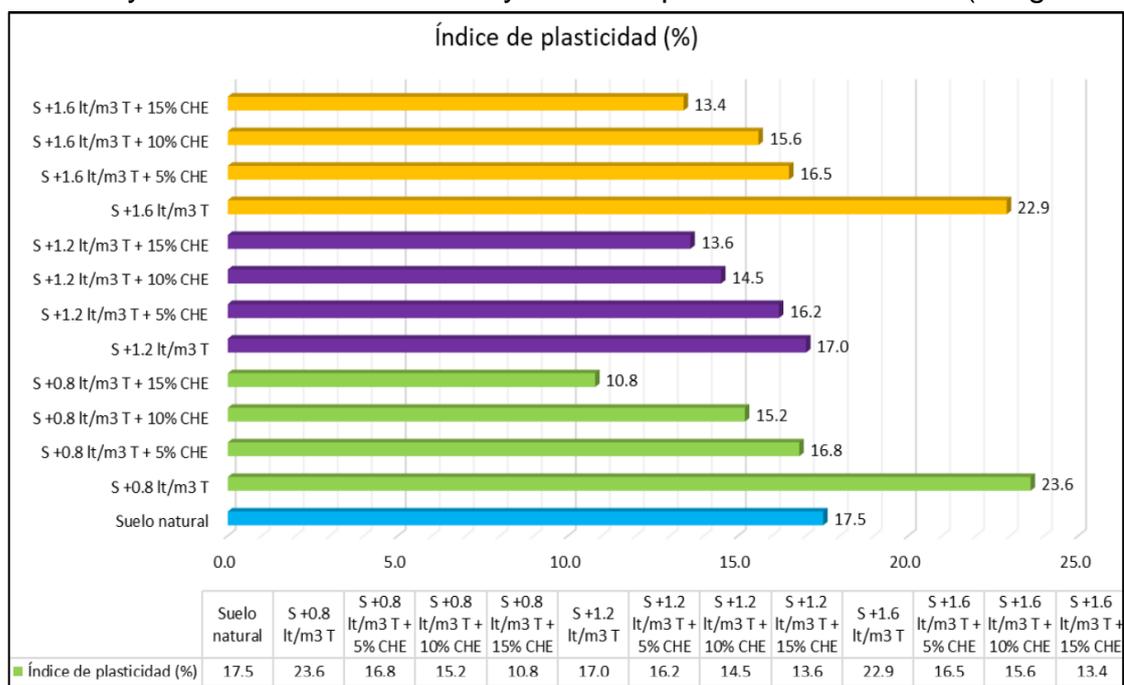


Figura 67: Índice de plasticidad investigación García Alicia y Saldaña Jhon

En la presente investigación el IP del suelo patrón de la C-02 es 9.4% y al adicionar cenizas de maíz y hojas de pino con dosificaciones de: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP) los resultados son 8.6%, 7.8%, 6.7%, 7.7%, 5.9%, 5.2%, 5.9%, 5.5% y 5.3% respectivamente donde presenta una disminución relevante del IP en: -8.51%, -17.02%, -28.72%, -18.08%, -37.23%, -44.68%, -37.23%, -41.48%, -43.61%. El IP de la muestra patrón C-03 es de 9.7% y al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con las dosificaciones antes mencionadas los resultados son 9.04%, 7.6%, 6.65%, 7.38%, 6.45%, 4.85%, 6.95%, 5.7% y 5% respectivamente; se presenta una disminución del IP en: -6.80%, -21.64%, -31.44%, -23.91%, -33.50%, -50%, -28.35%, -41.23%, -48.45% respectivamente.

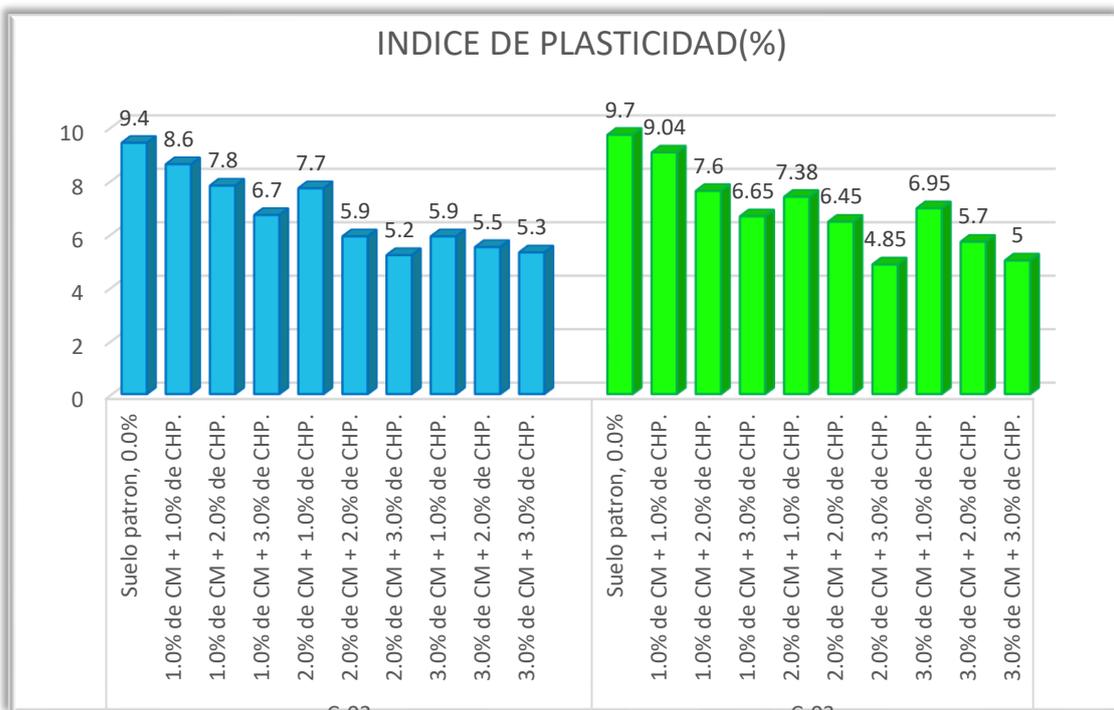


Figura 68: Índice de plasticidad C-02 Y C-03

Para García Alicia y Saldaña Jhon (2022) definen del IP del suelo en la muestra de la C-01 con las distintas combinaciones de hojas de eucalipto en 5%, 10% y 15% y de terrasil en 0.80lt/m<sup>3</sup>, 1.20lt/m<sup>3</sup> y 1.60lt/m<sup>3</sup> respectivamente, se visualizó una tendencia a la disminución del IP en un -38.28%, -22.28% y -23.1%

respectivamente. Así mismo para la presente investigación al adicionar en las siguientes combinaciones las dosificaciones antes mencionadas a la muestra del suelo natural de la C-02, el IP disminuyó en -8.51%, -17.02%, -28.72%, -18.08%, -37.23%, -44.68%, -37.23%, -41.48%, -43.61%. respectivamente al C-02; de igual manera al adicionar en C-03, el IP disminuyó en -6.80%, -21.64%, -31.44%, -23.91%, -33.50%, -50 %, -28.35%, -41.23%, -48.45% respectivamente, a lo que se visualiza una tendencia a la disminución del IP, existiendo así una SIMILITUD en los resultados obtenidos en el laboratorio.

Los resultados obtenidos por García Alicia y Saldaña Jhon cumplen con el IP mínimo requerido según la norma ASTM D4318; de igual manera en el caso de la investigación al adicionar las dosificaciones de cenizas de maíz y hojas de pino se cumpla la normativa.

Asi mismo se establece que los ensayos de límites de consistencia al adicionar combinaciones de cenizas de maíz y hojas de pino y ejecutados para la determinación del IP presentan resultados óptimos con un  $IP < 7$ , siendo estos clasificados como suelos de baja plasticidad ( $IP < 7$ ) indicando un mejor desempeño vial.

### **Objetivo Especifico 02:**

Determinar cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

### **Óptimo Contenido de Humedad**

García Alicia y Saldaña Jhon (2022) en su investigación, determinó diferentes valores adicionando 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup> Y 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil acompañado de eucalipto en 5%, 10% y 15%, donde concluyo que para un suelo natural con un valor de 13.4% de OCH , al momento de la adición 0.80 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de cenizas hojas de eucalipto, obtuvo una disminución hasta 10.6% de OCH aproximadamente -20.8% menos respecto a la muestra patrón, asi mismo con valores mayores al 15% de cenizas de eucalipto presento un incremento hasta el 16.8% de OCH un 20% más respecto al suelo natural, y en contraste con una dosificación con 1.20 lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de cenizas de hojas de eucalipto y

se presentó una reducción hasta un OCH de -12.2% donde se concluyó que existe una tendencia a disminuir los valores del OCH con la presencia de terrasil y aumentar el OCH con mayores porcentajes de hojas de eucalipto.

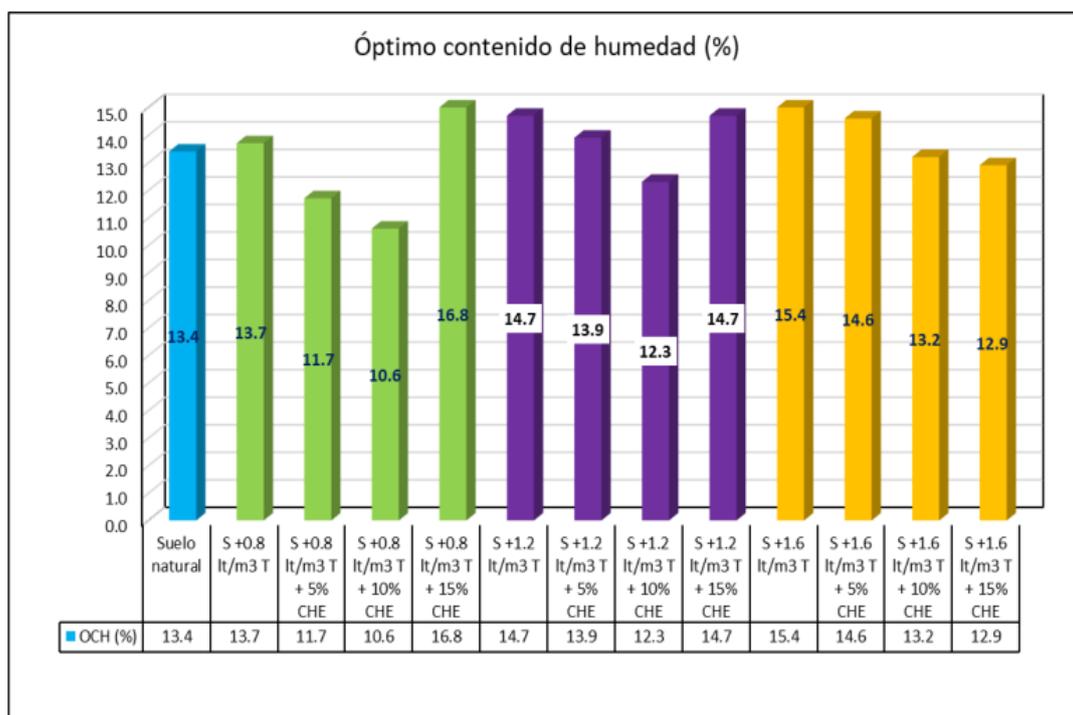


Figura 69: Óptimo contenido de humedad investigación García Alicia y Saldaña Jhon

Así mismo en esta investigación respecto al OCH se obtuvo los siguientes resultados: se obtuvo que para la muestra patrón(C-02) alcanzó 13.30% de OCH así mismo al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP) se obtuvo los siguientes valores: 9.60%, 9.40%, 10.20%, 11.70%, 10.80%, 11.40%, 9.50%, 10.10%, 12.20% respectivamente. Visualizándose un descenso OCH significativo y continuo en: -27.8%, -29.3%, -23.3%, -12.03%, 18.79%, 14.2%, -28.57%, -24.06% y -8.27% respectivamente a la muestra patrón. Igualmente, analizado en la muestra patrón(C-03) alcanzó 13.8% OCH, así mismo al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con se obtuvo los siguientes valores: 9.40%, 9.50%, 15.00%, 12.50%, 9.60%, 12.50%, 9.60%, 12.50%, 9.20%, 9.80% y 11.90% respectivamente.

Visualizándose un descenso del porcentaje de óptimo de humedad en: -31.8%, -31.1%, 12.27%, -6.1%, -12.27%, -30.8%, -28.9%, -26.31%, y 13.76% respectivamente.

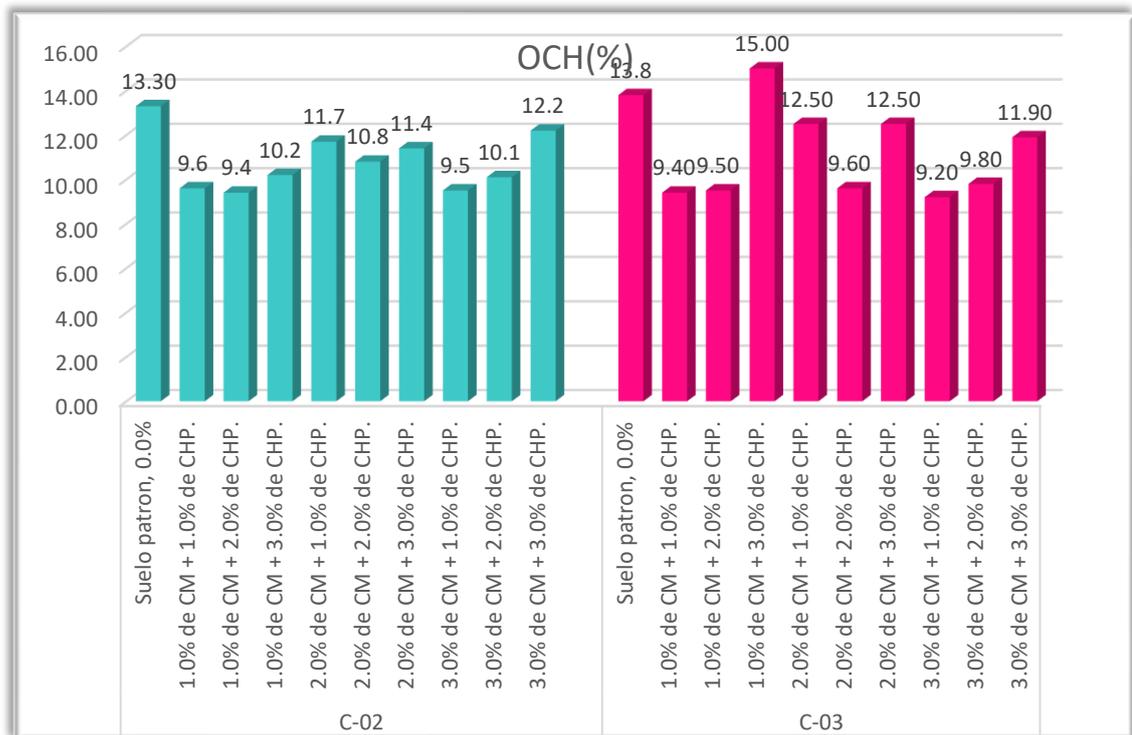


Figura 70: óptimo contenido de humedad de muestra patrón+ dosificaciones(C-02-C-03)

García Alicia y Saldaña Jhon (2022) indicó que los resultados más significativos obtenidos para un suelo natural con OCH de 13.4%, son :que a la adición 0.80 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de CHE se obtuvo un -20.8% menos respecto a la muestra patrón, así mismo con valores mayores al 15% de CHE se ve un incremento hasta un 20% más del suelo patrón, de igual manera se evaluó con 1.20 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de cenizas de hojas de eucalipto donde presentó una reducción hasta un OCH de 12.2%, visualizando una tendencia a disminuir con la presencia de terrasil y aumentar el porcentaje de OCH con las hojas de eucalipto. Igualmente, en la presente investigación en la muestra patrón(C-03) donde alcanzó 13.8% de OCH respectivamente al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones antes mencionadas se obtuvo un descenso significativo respecto a la muestra natural en: -31.8%, -31.1%, 12.27%, -6.1%, -12.27%, -30.8%, -28.9%, -26.31%, y 13.76% respectivamente. Igualmente, en la muestra C-02 con un valor de 13.30% OCH y adiciones antes mencionadas se visualizó un descenso del porcentaje de óptimo de humedad respecto a la

muestra patrón en: -27.8%, -29.3%, -23.3%, -12.03%, 18.79%, 14.2%, -28.57%, -24.06% y -8.27% respectivamente, visualizándose una tendencia al descenso del contenido de óptimo de humedad. Por lo tanto, se concluye que existe **SIMILITUD** entre ambas investigaciones

Los resultados de García Alicia y Saldaña Jhon cumplen con la normativa NTP 339.141 para el OCH, así mismo en la presente investigación al adicionar las dosificaciones de cenizas de maíz y hojas de pino se verificó que también se cumple con la normativa

### **Máxima Densidad seca**

Para Apaza y Quispe (2022), quien en su investigación denominado “Adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para mejorar la subrasante” obtuvo los siguientes resultados, indicando que para un suelo patrón obtuvo una densidad máxima seca de 1.53 gr/cm<sup>3</sup> y al adicionarse cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz con dosificaciones de 10%, 15% y 20% obtuvo los siguientes porcentajes de humedad respectivamente +0.19 gr/cm<sup>3</sup> (1.72gr/cm<sup>3</sup>), +0.156 gr/cm<sup>3</sup> (1.686 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.094 gr/cm<sup>3</sup> (1.624 gr/cm<sup>3</sup>) respectivamente, visualizándose una tendencia al incremento de la máxima densidad seca a medida que se incrementa las dosificaciones:

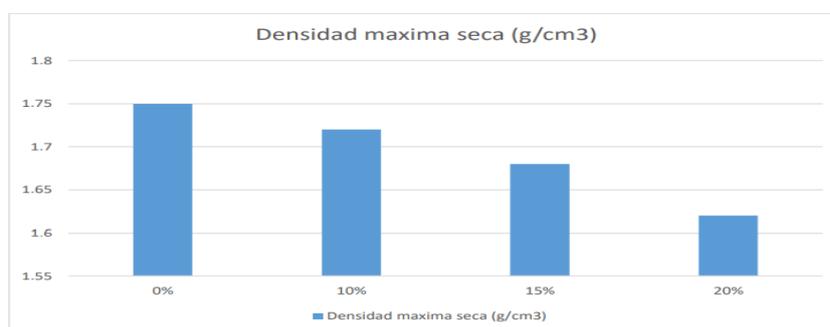


Figura 71: máxima densidad seca investigación Apaza y Quispe

Así mismo en la presente investigación respecto a la Máxima Densidad donde indico los siguientes resultados, para la muestra patrón (C-02) este alcanzó 1.76 gr/cm<sup>3</sup> de Máxima densidad seca así mismo al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de

CHP) estos resultaron en un incremento respectivamente en: +0.044gr/cm<sup>3</sup> (1.804 gr/cm<sup>3</sup>), +0.068gr/cm<sup>3</sup> (1.828 gr/cm<sup>3</sup>), +0.035gr/cm<sup>3</sup> (1.795 gr/cm<sup>3</sup>), +0.041gr/cm<sup>3</sup> (1.801 gr/cm<sup>3</sup>), +0.033gr/cm<sup>3</sup> (1.793 gr/cm<sup>3</sup>), +0.047gr/cm<sup>3</sup> (1.807 gr/cm<sup>3</sup>), +0.061gr/cm<sup>3</sup> (1.821 gr/cm<sup>3</sup>), +0.091gr/cm<sup>3</sup> (1.851 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.036gr/cm<sup>3</sup> (1.793 gr/cm<sup>3</sup>). Tendiendo al incremento de la máxima densidad seca a medida que se incrementa los valores de las dosificaciones de ceniza de tallo de maíz y hojas de pino. A sí mismo para el patrón (C-03) donde este alcanzó 1.76 gr/cm<sup>3</sup> de Máxima densidad seca y al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones antes mencionadas estos resultados con un incremento respectivamente en un: +0.056gr/cm<sup>3</sup>(1.816 gr/cm<sup>3</sup>), +0.065gr/cm<sup>3</sup> (1.825 gr/cm<sup>3</sup>), +0.048gr/cm<sup>3</sup> (1.808 gr/cm<sup>3</sup>), +0.024gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>), +0.048gr/cm<sup>3</sup> (1.808 gr/cm<sup>3</sup>), +0.056gr/cm<sup>3</sup> (1.816 gr/cm<sup>3</sup>), +0.078gr/cm<sup>3</sup> (1.838 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.024gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>) respecto a la muestra patrón. Donde se visualiza el incremento de la máxima densidad seca a medida que se incrementa los valores de las dosificaciones de ceniza de tallo de maíz y hojas de pino.

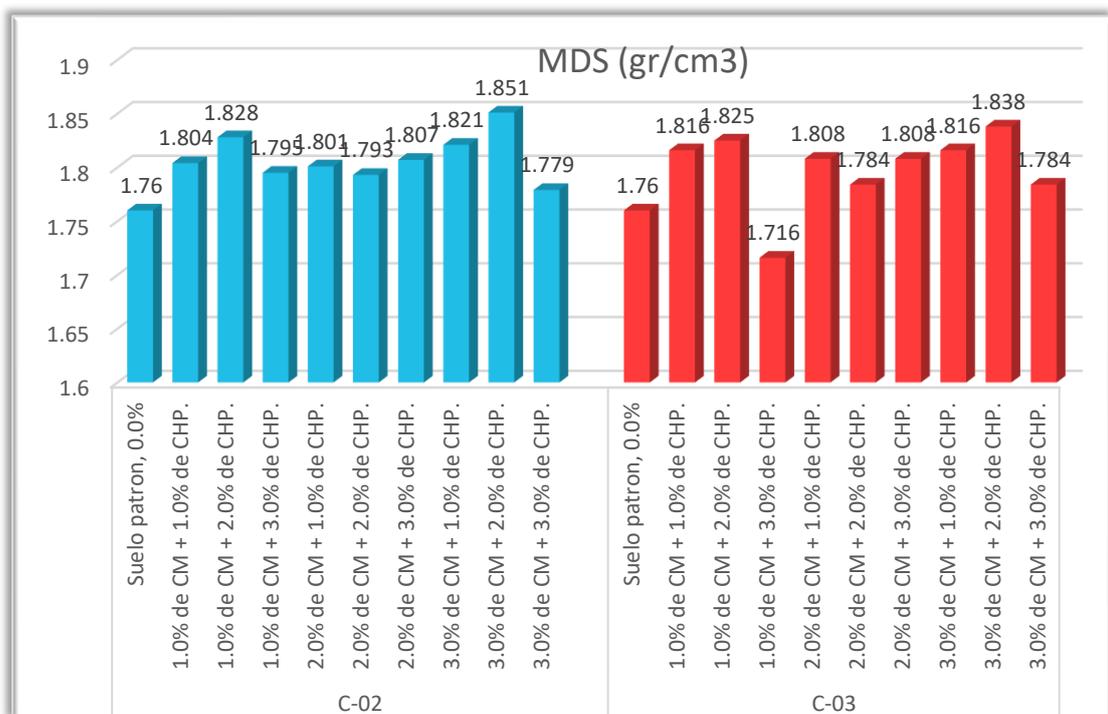


Figura 72: Máxima densidad seca (c-02 y c-03)

A lo que se concluye que para Apaza y Quispe (2022), al adicionarse cenizas de caracara de trigo y tallo de maíz con dosificaciones de 10%, 15% y 20% se incrementó sus valores  $+0.19 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.72 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.156 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.686 \text{ gr/cm}^3$ ) y  $+0.094 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.624 \text{ gr/cm}^3$ ) respectivamente a la muestra patrón, visualizándose una tendencia al incremento de la máxima densidad seca a medida que se incrementa las dosificaciones. Así mismo para la presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados respecto a la muestra patrón (C-02) donde este alcanzó  $1.76 \text{ gr/cm}^3$  de Máxima densidad seca así mismo al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones de: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP) se visualizó un incremento positivo en todas las dosificaciones propuestas:  $+0.044 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.804 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.068 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.828 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.035 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.795 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.041 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.801 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.033 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.793 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.047 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.807 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.061 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.821 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.091 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.851 \text{ gr/cm}^3$ ) y  $+0.036 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.793 \text{ gr/cm}^3$ ). De igual manera para (C-03) este alcanzó  $1.76 \text{ gr/cm}^3$  de MDS así mismo al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino con las dosificaciones antes mencionadas estos resultados con un incremento respectivamente en un:  $+0.056 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.816 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.065 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.825 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.048 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.808 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.024 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.784 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.048 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.808 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.056 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.816 \text{ gr/cm}^3$ ),  $+0.078 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.838 \text{ gr/cm}^3$ ) y  $+0.024 \text{ gr/cm}^3$  ( $1.784 \text{ gr/cm}^3$ ), donde en todas las dosificaciones se puede visualizar un incremento relativo respecto a la muestra patrón. A lo cual se concluye que existe **SIMILITUD** entre ambas investigaciones.

Los resultados obtenidos de Apaza y Quispe (2022), cumplen con MDS indicado la norma NTP 339.141. Así mismo en la presente investigación al adicionar las dosificaciones de cenizas de maíz y hojas de pino se verificó que también se cumple con la normativa

## CBR

García Alicia y Saldaña Jhon (2022), determinó diferentes valores adicionando 0.80 Lt/m<sup>3</sup>, 1.20 Lt/m<sup>3</sup> Y 1.60 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil acompañado de eucalipto en 5%, 10% y 15%, estas se aplicaron al suelo del tramo crítico de la calicata C-02 donde se encontró un CBR de 3.5% para la muestra patrón, así mismo para una adición con 0.80 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil y con 10% de CHE se obtuvo un incremento de valor hasta 14.1% , y para una dosificación 1.20 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5% de CHE se obtuvo un valor de 14.5% sucesivamente con las diferentes combinaciones. Donde se puede visualizar que las dosificaciones tienden al incremento respecto a las dosificaciones presentadas.

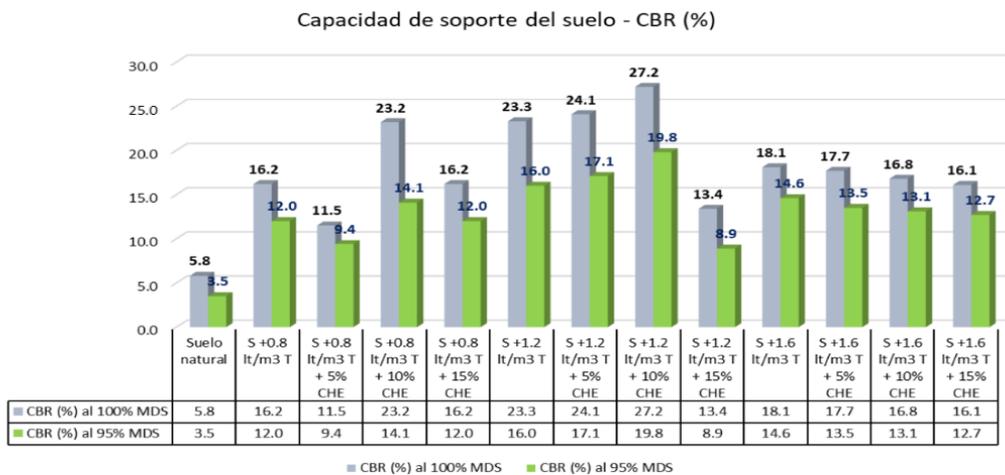


Figura 73: CBR investigación García Alicia y Saldaña Jhon

En la presente investigación se obtuvo los siguientes resultados para la (C-02), para la muestra patrón indico para un CBR al 95% se determinó 4.51% de igual forma para un CBR al 100% se determinó 6.5% a lo cual se procedió a la aplicación de las dosificaciones en: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 3.0% de CHP.), (2.0% de CM + 1.0% de CHP.), (2.0% de CM + 2.0% de CHP.), (2.0% de CM + 3.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.), (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 3.0% de CHP) Y se concluyó en los siguientes resultados donde se visualiza que se incrementó la resistencia a la compresión en: +9.09% (13.6%), +13.19(17.70%), +9.71(14.22%), +8.18% (12.69%) +7.14% (11.65%), +8.3% (12.81%), +8.23(12.74%), 9.21% (13.72%), +7.61% (12.12%) así mismo el CBR con un MDS 100% en relación a una muestra de suelo patrón 0% concluye en (6.5%) y

con las dosificaciones antes mencionadas se incrementó la resistencia a la compresión en: +16.6% (23.1%), +15.7(22.2%), +12.51(19.01%), +11.6% (18.1%) +9.55% (16.05%), +11.7% (18.2%), +12.33(18.83%), 14.74% (21.24%), +9.51% (16.01%) respectivamente.

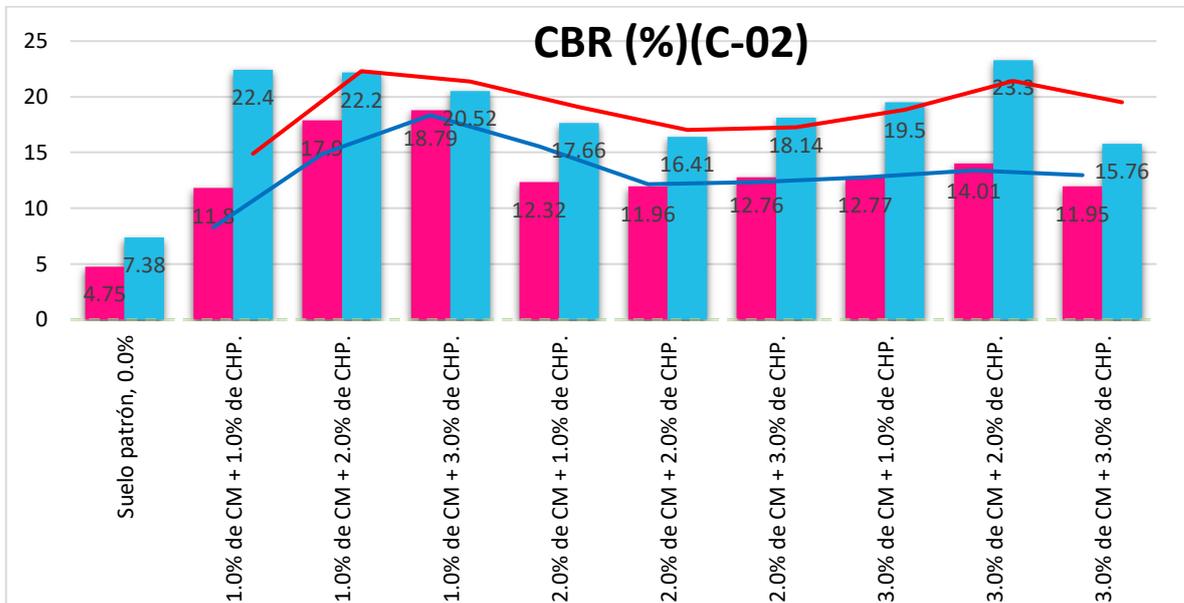


Figura 74: CBR resultante suelo+ dosificaciones(c-03)

De igual manera para la (C-03), se obtuvieron los siguientes resultados, para la muestra patrón indico para un CBR al 95% se determinó 4.75% de igual forma para un CBR al 100% se determinó 7.38% a lo cual se procedió a la aplicación de las dosificaciones antes mencionadas donde los resultaron concluyeron en un incrementó la resistencia a la compresión para una MDS al 95% en: +7.05% (11.8%), +13.15%(17.9%), +14.04%(18.79%), +7.57% (12.32%) +7.21% (11.96%), +8.01% (12.76%), +8.02(12.77%), 9.26% (14.01%), +7.2% (11.95%) asi mismo el CBR con un MDS 100% en relación a una muestra de suelo patrón 0% concluye en (7.38%) con las dosificaciones mencionadas previamente se incrementó la resistencia a la compresión en: +15.02% (22.4%), +15.00 (22.2%), +13.14(20.52%), +10.28% (17.66%) +9.03% (16.41%), +10.76% (18.14%), +12.12% (19.5%), 15.92% (23.3%), +8.38% (15.76%) respectivamente. Se puede visualizar gráficamente que los valores del CBR tanto MDS al 95% y al 100% incrementan respecto a la muestra patrón.

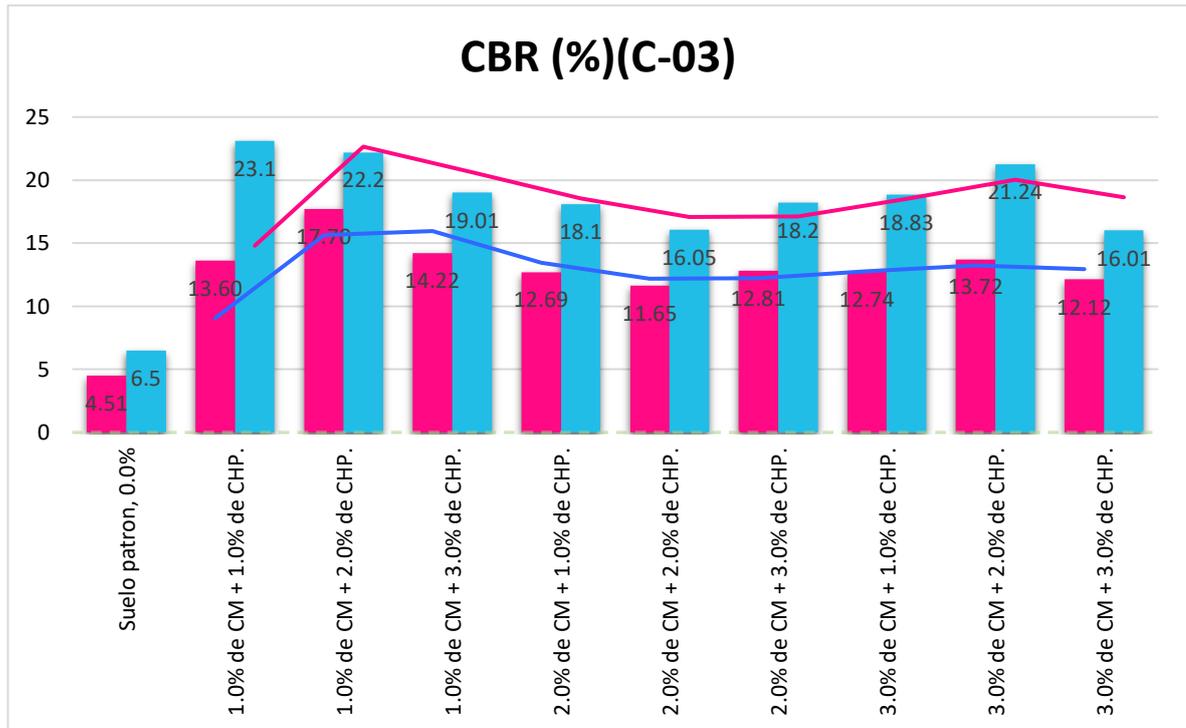


Figura 75: CBR resultante suelo+ dosificaciones(c-03)

A lo cual entonces García Alicia y Saldaña Jhon (2022), se determinaron para diferentes valores adicionando 0.80 lt/m<sup>3</sup>, 1.20 lt/m<sup>3</sup> Y 1.60 lt/m<sup>3</sup> de terrasil acompañado de eucalipto en 5%, 10% y 15%, se incrementó los valores de CBR en: +8.5%(12%), +5.9%(9.4%), +10.6%(14.1%), +8.5%(12%), +12.5%(16%), +13.6%(17.1%), +16.3%(19.8%), +5%(8.9%), +11.1%(14.6%), +10%(13.5%), +9.6%(13.1%)y +9.2%(12.7%) respectivamente se puede visualizar u claro incremento respecto a la muestra patrón. Asi mismo para la presente investigación se obtuvo para la calicata C-02 los siguientes resultados al adicionar ceniza de maíz y hojas de pino, el CBR con un MDS 95% en relación a una muestra de suelo patrón 0% (4.51%) con las dosificaciones antes mencionadas incrementó la resistencia a la compresión en: +15.02% (22.4%), +15.00 (22.2%), +13.14(20.52%), +10.28% (17.66%) +9.03% (16.41%), +10.76% (18.14%), +12.12% (19.5%), 15.92% (23.3%), +8.38% (15.76%) respectivamente. Asi mismo para la C-03 Al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino, el CBR con un MDS 95% en relación a una muestra de suelo patrón 0% (4.75%) con las dosificaciones antes mencionadas se incrementó la resistencia a la compresión en: +7.05% (11.8%), +13.15% (17.9%), +14.04%(18.79%), +7.57% (12.32%) +7.21% (11.96%), +8.01% (12.76%), +8.02(12.77%), 9.26%

(14.01%), +7.2% (11.95%) respectivamente. A lo que se puede indicar que los valores de CBR incrementan respecto a la muestra patrón positivamente. En conclusión, se define que existe SIMILITUD en ambas investigaciones

Los resultados de García Alicia y Saldaña Jhon cumplen con la normativa NTP 339.145 para el CBR donde indica en suelos con  $CBR > 6$  adecuados, así mismo en la presente investigación al adicionar las dosificaciones de cenizas de maíz y hojas de pino se verificó que también se cumple con la normativa

**Objetivo específico 3:** Determinar la dosificación óptima de ceniza de maíz – hoja de pino para mejorar las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

Para García Alicia y Saldaña Jhon (2022) se determinó valores más relevantes en su investigación adicionando 0.80 Lt/m<sup>3</sup>, 1.20 Lt/m<sup>3</sup> Y 1.60 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil acompañado de eucalipto en 5%, 10% y 15%, el IP obtenido en la muestra natural fue de 17.5 y de las combinaciones más relevante fueron de 13.4%, 13.6 y 10.8%, llegando a presentar un descenso del IP de 17.5% hasta 10.8%, un 38% menos respecto a la muestra patrón. Así mismo para el OCH de la muestra patrón del suelo fue de 13.4% y al adicionar diferentes valores se obtuvo valores relevantes de 13.4%, 10.6% y 12.2%, reduciendo su OCH en 20.8%, 12.2% y 20% respecto a la muestra patrón. De igual manera para la MDS obtenida de la muestra patrón fue de 1.792 gr/cm<sup>3</sup> así mismo al adicionar diferentes valores se obtuvo los siguientes un incremento de; de: 2%, 7.2%, 9.12%, -4.1, 5.2%, 7.75%, 11.2%, -3.2%, 4%, 1.95% y finalmente -2.1% respectivamente y finalmente indicó que para un CBR obtenida de la muestra patrón fue de 3.5% para un 95% de la MDS, al adicionar 1.20 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5% de ceniza de hojas de eucalipto se obtuvo un valor de 14.5% para una MDS al 95% y de 27.2% para una MDS al 100% siendo este el valor más alto hallado. a lo cual concluyo que la disipación óptima se hallaba en la dosificación de 1.20 Lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 5% de ceniza de hojas de eucalipto donde se visualizó el máximo rendimiento de la subrasante (ver tabla).

Tabla 32. Dosificación óptima en la investigación de García Lucía y Saldaña Jhon

Muestra	Descripción	IP	OCH	MDS	CBR	CBR
		(%)	(%)	(gr/cm <sup>3</sup> )	95(%)	100(%)
C-01	Suelo natural	17.5	13.4	1.792	3.5	5.8
	S+0.8lt/m <sup>3</sup> terrazil	23.6	13.7	1.834	12	16.2
	S+0.8lt/m <sup>3</sup> terrazil+5% Cenizas hojas de eucalipto	16.8	11.7	1.909	9.4	11.5
	S+0.8lt/m <sup>3</sup> terrazil+10% Cenizas hojas de eucalipto	15.2	10.6	1.972	14.1	23.2
	S+0.8lt/m <sup>3</sup> terrazil+15% Cenizas hojas de eucalipto	10.8	16.8	1.720	12	16.2
	S+1.2lt/m <sup>3</sup> terrazil	17	14.7	1.883	16	23.3
	S+1.2lt/m <sup>3</sup> terrazil+5% Cenizas hojas de eucalipto	16.2	13.9	1.931	17.1	24.1
	S+1.2lt/m <sup>3</sup> terrazil+10% Cenizas hojas de eucalipto	14.5	12.3	1.994	19.8	27.2
	S+1.2lt/m <sup>3</sup> terrazil+15% Cenizas hojas de eucalipto	13.6	14.7	1.734	8.9	13.4
	S+1.6lt/m <sup>3</sup> terrazil	22.9	15.4	1.868	14.6	18.1
	S+1.6lt/m <sup>3</sup> terrazil+5% Cenizas hojas de eucalipto	16.5	14.6	1.827	13.5	17.7
	S+1.6lt/m <sup>3</sup> terrazil+10% Cenizas hojas de eucalipto	15.6	13.2	1.815	13.1	16.8
	S+1.6lt/m <sup>3</sup> terrazil+15% Cenizas hojas de eucalipto	13.4	12.9	1.746	12.7	16.1

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación se definió la dosificación óptima a partir de las propiedades obtenidas de los ensayos resultantes donde para el IP se visualizó que la calicata C-02 presenta una disminución del IP producto de la adición de la ceniza de maíz y hojas de pino con las combinaciones antes mencionadas de hasta un -8.51%, -17.02%, -28.72%, -18.08%, -37.23%, -44.68%, -37.23%, -41.48%, -43.61% respectivamente de igual manera presenta la calicata C-03 y -6.80%, -21.64%, -31.44%, -23.91%, -33.50%, -50 %, -28.35%, -41.23%, -48.45%. donde se visualiza que, tras la aplicación de las dosificaciones, el IP tiende a disminuir así mismo se visualiza que a partir de dosificaciones de (2.0% de CM + 2.0% de CHP.) el presenta valores con IP baja (7>IP) indicador óptimo para el desempeño vial. Así mismo se visualizó que el OCH presenta una disminución del OCH de la muestra base producto de la adición de la ceniza de maíz y hojas de pino de hasta un: -3.7%, -3.9%, -3.1%, -1.6%, -2.5%, -1.9%, -3.8%, -3.2%, y -1.1% respectivamente y para la calicata C-3-4.4%, -4.3%, +1.2%, -1.3%, -4.2%, -1.3%, -4.6%, -4%, y -1.9% donde se concluye que las combinaciones más favorables donde se visualiza un menor OCH son: (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (1.0% de CM + 2.0% de CHP.), (3.0% de CM + 1.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 2.0% de CHP). y la par MDS del suelo natural de 1.76 gr/cm<sup>3</sup> presenta un incremento de sus valores de la MDS producto de la adición de la ceniza de maíz y hojas de pino con las combinaciones antes mencionadas de hasta +0.068gr/cm<sup>3</sup> (1.828 gr/cm<sup>3</sup>), y +0.091gr/cm<sup>3</sup> (1.851 gr/cm<sup>3</sup>). respectivamente y para la calicata C-3

en+0.065gr/cm<sup>3</sup> (1.825 gr/cm<sup>3</sup>), +0.078gr/cm<sup>3</sup> (1.838 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.024gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>) donde se concluye que las combinaciones más favorables donde visualiza un mayor incremento de MDS y OCH son: (1.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (3.0% de CM + 2.0% de CHP.) y finalmente se visualiza que CBR del suelo natural presente calicata c-02 y C-03 de 4.75% y 4.51% para un CBR al 95% y de 7.38 y 6.5, presenta un incremento significativo de los porcentajes del CBR producto de la adición de la ceniza de maíz y hojas de pino con las combinaciones antes mencionadas donde se visualiza que las combinaciones más óptimas donde visualiza un mayor incremento de CBR para una MDS al 95% son: (1.0% de CM + 2.0% de CHP.) y (1.0% de CM + 3.0% de CHP.) y para un CBR con MDS al 100% son: (1.0% de CM + 1.0% de CHP.) y (2.0% de CM + 3.0% de CHP).en base a los parámetros planteados se evaluó que la dosificación óptima es (3.0% de CM + 2.0% de CHP.).

Tabla 33. Dosificación óptima en la investigación

Muestra	Descripción	IP	OCH (%)	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR 95(%)	CBR 100(%)
		(%)				
C-02	Suelo patrón, 0.0%	9.4	13.30	1.76	4.75	7.38
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	8.6	9.6	1.804	11.8	22.4
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	7.8	9.4	1.828	17.9	22.2
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	6.7	10.2	1.795	18.79	20.52
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	7.7	11.7	1.801	12.32	17.66
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	5.9	10.8	1.793	11.96	16.41
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	5.2	11.4	1.807	12.76	18.14
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	5.9	9.5	1.821	12.77	19.5
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	5.5	10.1	1.851	14.01	23.3
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	5.3	12.2	1.779	11.95	15.76
C-03	Suelo patrón, 0.0%	9.7	13.8	1.76	4.51	6.5
	1.0% de CM + 1.0% de CHP.	9.04	9.40	1.816	13.60	23.1
	1.0% de CM + 2.0% de CHP.	7.6	9.50	1.825	17.70	22.2
	1.0% de CM + 3.0% de CHP.	6.65	15.00	1.716	14.22	19.01
	2.0% de CM + 1.0% de CHP.	7.38	12.50	1.808	12.69	18.1
	2.0% de CM + 2.0% de CHP.	6.45	9.60	1.784	11.65	16.05
	2.0% de CM + 3.0% de CHP.	4.85	12.50	1.808	12.81	18.2
	3.0% de CM + 1.0% de CHP.	6.95	9.20	1.816	12.74	18.83
	3.0% de CM + 2.0% de CHP.	5.7	9.80	1.838	13.72	21.24
	3.0% de CM + 3.0% de CHP.	5	11.90	1.784	12.12	16.01

Fuente: Elaboración propia

Para García Alicia y Saldaña Jhon (2022) concluye que entonces que la adicción de terrasil y de cenizas de eucalipto permiten un incremento en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante y concluye que al adicionar 1.2lt/m<sup>3</sup> de terrasil y 10% de cenizas de eucalipto se obtiene el mejor resultado porcentual. Asi mismo en la presente investigación se identificó que las aplicación de cenizas de maíz y hojas permiten un incremento en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante y donde se concluye que la combinación donde presenta los valores más optimo es de 2% de cenizas de maíz más 3% de cenizas hojas de pino donde se logró obtener los resultados más significados, a lo cual se concluye que las materias propuestas tienden al mejoramiento de los suelos propuestos, se puede indicar que existe SIMILITUD de los resultados generales A lo cual se concluye los resultados obtenidos por García Alicia y Saldaña Jhon. Cumplen con la normativa para el óptimo desempeño del sueño, asi mismo en los resultados obtenidos en la presente investigación de igual forma se concluye que se logra cumplir con las normas NTP y CE-010 y MTC base para el óptimo diseño y desempeño de vías. Asi mismo se logra obtener resultados significativos semejante entre las investigaciones, es por eso que se define que existe una SIMILITUD en los resultados en general.

Así mismo los resultados adquiridos por Para García Alicia y Saldaña Jhon, cumple con la normativa del MTC, de igual manera, en la presente investigación al adicionarse cenizas de tallo de maíz y hojas de pino se logró cumplir con la normativa de los requerimientos básicos del MTC y del CE-010 pavimentos urbanos.

## VI. CONCLUSIONES

1. La adición de cenizas de tallo de maíz-hojas de pino, influyen positivamente en las propiedades de la subrasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.
2. De las propiedades físicas con adición cenizas de tallo de maíz-hojas de pino para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante se tiene:
  - Al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones mencionadas, el IP en relación a la muestra del suelo patrón de la calicata C-02 es 0% (9.4%) con las adiciones disminuyo -0.8% (8.6%), -1.6% (7.8%), -2.7% (6.7%), -1.7% (7.7%), -3.5% (5.9%), -4.2% (5.2%), -3.5% (5.9%), -3.9% (5.5%) y -4.1% (5.3%) y suelo patrón de la calicata C-03 es 0% (9.7%) con las adiciones disminuyo -0.66% (9.04%), -2.1% (7.6%), -3.05% (6.65%), -2.32% (7.38%), -3.25% (6.45%), -4.85% (4.85%), -2.75% (6.95%), -4% (5.7%) y -4.7% (5%) respectivamente. Cumple con el valor mínimo que exige la NTP 339.129 y MTC-manual de carreteras: suelos; geología, geotecnia y pavimentos (2013), donde indica un mínimo de 0% y el máximo de 20% denominándolo suelos con media y baja plasticidad.
  - Por lo tanto, la adición con ceniza de maíz y hojas de pino influye de manera positiva en las propiedades físicas de la subrasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.
3. De las propiedades mecánicas con adición cenizas de tallo de maíz-hojas de pino para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante se tiene:
  - Al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones antes mencionadas. Se concluye que para la calicata (C-02) el OCH es de 0% (13.3%) así mismo con las combinaciones de las adiciones de ceniza de maíz y hojas de pino se visualizó que disminuyo en :-3.9% (9.40%), -3.7% (9.6%), -3.9% (9.4%), -3.1% (10.2%), 2.3% (11.7), 2.5% (10.8%), -1.9% (11.4%), -3.8% (9.5%), -3.2% (10.1%) y -1.1% (12.2%) respectivamente a la muestra patrón, así mismo a la muestra del suelo patrón de la calicata C-03 es de 0% (13.8%), con las combinaciones de acción de cenizas se obtuvo los siguientes resultados: -4.4% (9.40%), -4.3% (9.50%), -1.3%

(12.50%), -4.2% (9.60%), 1.3% (12.50%), 4.2% (9.60%), -1.3% (12.50%), -4.6% (9.20%), 4% (9.80%) y 1.9% (11.90%) respectivamente. Excepción de la combinación 1.0% de CM + 3.0% de CHP. Donde resulta creciente +1.2% (15.00%). Para ambos casos se está cumpliendo con la NTP 339.141 y MTC – Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013).

- Al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino con dosificaciones antes mencionadas el MDS en relación a la muestra del suelo patrón de la calicata C-02 es 0% (13.3%) con las adiciones de ceniza de maíz y hojas de pino disminuyo en: -3.9% (9.40%), -3.7% (9.6%), -3.9% (9.4%), -3.1% (10.2%), 2.3% (11.7), 2.5% (10.8%), -1.9% (11.4%), -3.8% (9.5%), -3.2% (10.1%) y -1.1% (12.2%). Asi mismo de calicata C-03 es 0% (1.76 gr/cm<sup>3</sup>) con las adiciones incrementándose, las dosificaciones obtenidas son +0.056gr/cm<sup>3</sup>(1.816 gr/cm<sup>3</sup>), +0.065gr/cm<sup>3</sup> (1.825 gr/cm<sup>3</sup>), +0.048gr/cm<sup>3</sup> (1.808 gr/cm<sup>3</sup>), +0.024gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>), +0.048gr/cm<sup>3</sup> (1.808 gr/cm<sup>3</sup>), +0.056gr/cm<sup>3</sup> (1.816 gr/cm<sup>3</sup>), +0.078gr/cm<sup>3</sup> (1.838 gr/cm<sup>3</sup>) y +0.024gr/cm<sup>3</sup> (1.784 gr/cm<sup>3</sup>) respectivamente. Se ve un incremento elevado de las cenizas en comparación a la muestra patrón, asi mismo se visualiza una disminución con la dosificación 1.0% de CHP.,3.0% de CM presentando -0.044kg/cm<sup>3</sup>(1.716 gr/cm<sup>3</sup>). Para ambos casos se está cumpliendo con la NTP 339.141 y MTC – Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013).
- Al adicionar con ceniza de maíz y hojas de pino, el CBR con un MDS 95% en relación a una muestra de suelo patrón 0% (4.51%) con las dosificaciones antes mencionadas, se visualizó para la calicata C-02 se incrementó la resistencia a la compresión en:+7.05% (11.8%), +13.15(17.90%), +14.04(18.79%), +7.57% (12.32%) +7.21% (11.96%), +8.01% (12.76%), +8.02(12.77%), 9.26% (14.01%), +7.2% (11.95%), asi mismo para la C-02 se incrementó la resistencia a la compresión en: +9.09% (13.6%), +13.19(17.70%), +9.71(14.22%), +8.18% (12.69%) +7.14% (11.65%), +8.3% (12.81%), +8.23(12.74%), 9.21% (13.72%), +7.61% (12.12%) asi mismo el CBR con un MDS 100% en relación a una muestra de suelo patrón 0% concluye en (6.5%) con las dosificaciones

antes mencionadas, se incrementó la resistencia a la compresión en: +16.6% (23.1%), +15.7(22.2%), +12.51(19.01%), +11.6% (18.1%) +9.55% (16.05%), +11.7% (18.2%), +12.33(18.83%), 14.74% (21.24%), +9.51% (16.01%) respectivamente. Para ambos casos se está cumpliendo con la NTP 339.145 y CE 0.10 Pavimentos Urbanos, denominándolo como un suelo de subrasante bueno ( $8\% < \text{CBR} \leq 17\%$ ) y/o excelente ( $17 \leq \text{CBR}$ ), ya que las muestras mencionadas están dentro de la clasificación.

Por lo tanto, la adición de ceniza de maíz y hojas de pino influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la subrasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, Ancash – 2022.

4. De las diferentes dosificaciones adicionado con ceniza de maíz y hojas de pino en las propiedades físico-mecánica para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante se tiene que la dosificación optima es:

- Al adicionar 3.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino. Para la muestra C-02, el IP (de 9.4% a 5.5%) y OCH (13.3% a 10.1%) disminuyen, así mismo la MDS (1.76kg/cm<sup>3</sup> a 1.1.851kg/cm<sup>3</sup>) y el CBR al 95% (4.75% a 14.01%) así mismo el CBR AL 100% (7.38% a 23.3%) incrementar. Para la muestra C-03, el IP (de 9.7% a 5.7%) y OCH (13.8% a 9.80%) disminuyen, así mismo la MDS (1.76kg/cm<sup>3</sup> a 1.838kg/cm<sup>3</sup>) y el CBR al 95% (4.51% a 13.72%) así mismo el CBR AL 100% (6.5% a 21.24%) incrementar respecto al suelo natural.

Por lo tanto, la adición de ceniza de tallo de maíz y hojas de pino en la subrasante, influye positivamente en sus propiedades físico – mecánicas de la en la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, Ancash – 2022.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar las adiciones a mínimo 2 muestras, de esa manera se garantiza mayor credibilidad a los resultados que se obtendrán
2. Se recomienda desarrollar investigaciones relacionadas a la adición de ceniza de tallo de maíz y hojas de pino de material granular tipo base y subbase para mejorar su calidad, ya que se ha visualizado una reducción del IP y aumento del CBR significativamente.
3. Se recomienda tener consideración el tiempo de secado y tener en consideración la humedad nocturna de preferencia resguardar las muestras de noche.
4. Se recomienda recolectar muestras en estado fresco que permita el control adecuado del tiempo de secado.
5. Se recomienda estudiar las propiedades químicas, puesto que los resultados no siguen una relación lineal de acuerdo al porcentaje añadido.

## REFERENCIAS

- American Concrete Institute. 1987. *Guía práctica para el diseño de mezcla de hormigón*. Colombia : Medellín, 1987.
- Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros*. CAMPOY, Noé, y otros. 2020. 1, Mexico DF : s.n., 19 de setiembre de 2020, Ingeniería Investigación y Tecnología, Vol. 12.
- APAZA, Elizabeth y SALCEDO, Joselynn. 2019. *Influencia de la ceniza de hoja de Maiz, cascara de cebada y bagazo de caña de azucar (Materiales puzolanicos artificiales), como sustitutos parciales del cemento en la resistencia del concreto para diseños:  $f'c=175\text{kgf/cm}^2$ ,  $f'c=210\text{ kgf/cm}^2$ ,  $f'c=280\text{ kgf/cm}$* . Lima : Arequipa, 2019.
- APAZA, Milton y QUISPE, Juan. 2022. Repositorio Universidad Cesar Vallejo. *Repositorio Universidad Cesar Vallejo*. [En línea] 21 de Junio de 2022. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/90928>.
- CLAVERÍA, Pía, TRIANA, Daniel y VARON, Yenny. 2018. Repository Universidad Cooperativa de Colombia. *Repository Universidad Cooperativa de Colombia*. [En línea] 16 de noviembre de 2018. <https://1library.co/document/qo5739ky-caracterizacion-comportamiento-geotecnico-suelos-volcanico-estabilizado-material-subrasante.html>.
- COBOS, Mario, ORTEGON, Carol y PERALTA, Juan. 2019. Repository Universidad cooperativa de Colombia. *Repository Universidad cooperativa de Colombia*. [En línea] 16 de Noviembre de 2019. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/bc9df458-55a0-40e8-924f-9350d89c1b36/content>.
- DFGRUPO. 2022. DFINNOVA. *DFINNOVA*. [En línea] 12 de Abril de 2022. <https://dfinnova.com/2022/04/12/el-maiz-el-cereal-mas-producido-del-mundo/>.
- FREITAS, Marcus. 2018. Escavador. *Escavador*. [En línea] 2018. <https://www.escavador.com/sobre/8562579/marcus-antonio-de-freitas-melo>.
- GOÑAS, Olger y SALDAÑA, Jhon. 2020. 1, 19 de Febrero de 2020, Ciencias naturales e ingeniería , Vol. 3.
- GUIA, Mario. 2021. Repositorio digital institucional. *Repositorio digital institucional*. [En línea] 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/63841>.
- GUPTA, Tushar, y otros. 2022. [ed.] Ijert. 5, Mayo de 2022, International journal of engineering research y technology (IJERT), Vol. 11, pág. 162. Experimental study of soil stabilization by adding cement, rice husk ash and bagasse ash.
- HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. 2018. *Metodología de la investigación*. México : McGrawHill Education, 2018. 978-1-4562-6096-5.
- Influencia de la inclusion de ceniza de bagazo de cana de azucar sobre la compactacion, CBR y resistencia a la compresion simple de un material granular tipo subrasante*. OJERA, Farias, MENDOZA, Rangel y BALTAZAR.

2018. 2, N.L, Mexico : ALCONPAT, 30 de Abril de 2018, ALCONPAT, Vol. 8, pág. 208.
- International Journal of GEOMATE*. YULVI, Zaika y SURYO, Eko. 2020. 65, 27 de junio de 2020, International Journal of GEOMATE, Vol. 18, págs. 171-178.
- JAMES, Jijo. 2019. 50, Boyacá : UPTC, 2019, Revista facultad de ingeniería, Vol. 28, pág. 61.
- MTC. 2014. *Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima : s.n., 2014.
- NTP 339.129. 1999. *Suelos, método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos*. Lima : Indecopi, 1999.
- NTP 339.145. 1999. *Ensayo de CBR*. Lima : Indecopi, 1999.
- NTP 339.185. 2013. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima : INDECOPI, 2013.
- NTP 400.012. 2001. *Análisis granulométrico del agregado fino y grueso*. Lima : INDECOPI, 2001.
- NTP209.265. 2018. *Alimentos cocidos de reconstitución instantánea. Determinación de cenizas*. Lima : Indecopi, 2018.
- ÑAUPAS, Humberto, y otros. 2014. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Colombia : Educación, 2014. 978-958-762-188-4.
- OJEDA, O, MENDOZA, J y BALTAZAR, M. 2018. [ed.] Castro. 2, Mexico : ALCONPAT internacional, 30 de Abril de 2018, ALCONPAT, Vol. 8, pág. 208.
- PERALTA, Ricra y VIDAL, Angel. 2021. *Renati. Renati*. [En línea] 19 de Febrero de 2021. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2889123>.
- Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas*. CABALLERO, Karen. 2017. 1, 2017, Vol. 8, págs. 18-23.
- SciELO Brasil*. MORAIS, Marco, y otros. 2017. 3, Rio de Janeiro : SciELO, 05 de Junio de 2017, Vol. 22.
- TORIBIO, Deivid y UGAZ, Junior. 2021. *Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido*. Universidad San Martín de Porres. Lima : Tesis, 2021.

## **ANEXOS**

**Anexo 01. Matriz de consistencia**

**TITULO:** Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz – hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

**AUTOR:** Br. Deza Angeles, Christopher Anggelo – Br. Ramirez Villanueva, Abel Jahel

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS		
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Hipótesis General:</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	Ceniza de maíz- hoja de pino	Dosificación	0.0% de ceniza de maíz + 0.0% de ceniza de hoja de pino.	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.		
¿Cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022?	Evaluar cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022	El uso de ceniza de maíz – hoja de pino influyen positivamente en las propiedades físico-mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.				1.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.			
						1.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.			
						1.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.			
						2.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.			
						2.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.			
						2.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.			
						3.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.			
			3.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.						
3.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.									
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos Específicos:</b>	<b>Hipótesis Específicos:</b>	<b>DEPENDIENTE</b>	Subrasante	Propiedades Físicas	Clasificación de suelos (SUCS)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma MTC E 107.		
¿Cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022?	Determinar cómo influye la adición de ceniza de maíz- hoja de pino en el mejoramiento de las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022	El uso de ceniza de maíz – hoja de pino influyen positivamente en las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.				Límites de consistencia (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma MTC E 110 y MTC E 111.		
						Contenido de Humedad (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma MTC E 108.		
					Propiedades Mecánicas	Máxima Densidad Seca (kg/m3)	Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma MTC E 115.		
Optimo contenido de humedad (%)									
Resistencia (%)	Ficha de recolección de datos según la norma MTC E 132.								
¿Cuál es la dosificación óptima de ceniza de maíz- hoja de pino para mejorar las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022?	Determinar la dosificación optima de ceniza de maíz – hoja de pino para mejorar las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.	La dosificación optima de ceniza de maíz – hoja de pino influyen positivamente en las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022.							

## Anexo 02. Matriz de operacionalización de variables

**TITULO:** Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz – hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

**AUTOR:** Br. Deza Angeles, Christopher Anggelo – Br. Ramírez Villanueva, Abel Jahel

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Variable independiente: ceniza de maíz.	Es un material resultante de la incineración de tallos de maíz. Este material se convierte en un material útil para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un suelo pobre por poseer características puzolánicas. Se consigue debido a la incineración de residuos del cultivo de maíz, obtiene propiedades cementantes que puede ser usado en la elaboración de concreto, morteros y para estabilizar suelos pobres. (Cherre y Sandoval, 2019, p.22).	La ceniza de maíz se obtendrá a partir de la incineración de los tallos del maíz por medios mecánicos a temperaturas de 390° a 440° siendo determinados utilizando el control de temperatura a través de el termómetro seguidamente los datos se conformarán en un informe abalado por el laboratorio	<b>Dosificación</b>	0.0% de ceniza de maíz + 0.0% de ceniza de hoja de pino.	Razón	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Cuasi – Experimental.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Población:</b> Subrasante de la calle calle 5 del A.H. San Valentín. Muestra: Subrasante de la calle 5 del A.H. San Valentín presenta 0.8 km, inicia en el punto con la coordenada 762968.59 m E 9002053.81 m a una altura de 53 M y termina en el punto con coordenada 763169.17 m E 9002057.67 m S con una altura de 53 M.</p>
				1.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.		
				1.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.		
				1.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.		
2.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.						
Variable independiente: ceniza de hoja de pino.	Estas cenizas son las que resultan al quemar los restos de las hojas de pino, que se obtienen de la extracción de las hojas del árbol Pinus silvestris, estudios determinan que sirve como complemento del cemento al ser un material altamente puzolánico, por ello se recomienda en otros usos en la construcción, como en carreteras (Reyes,2021, p 84)	La ceniza de hojas de pino se obtendrá a partir de la incineración de las hojas de pino por medios mecánicos a temperaturas de 390° a 440° siendo determinados utilizando el control de temperatura a través de el termómetro seguidamente los datos se conformarán en un informe abalado por el laboratorio	<b>Dosificación</b>	2.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.		
				2.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.		
				3.0% de ceniza de maíz + 1.0% de ceniza de hoja de pino.		
				3.0% de ceniza de maíz + 2.0% de ceniza de hoja de pino.		
				3.0% de ceniza de maíz + 3.0% de ceniza de hoja de pino.		
Variable dependiente: Subrasante	(Aldoradin,2022, p 64) define a la subrasante como la capa superior del suelo, que cumple la función de soporte de las vías de comunicación. El comportamiento mecánico y físico de la subrasante define en gran medida el diseño de las carreteras, por ello se debe diversos ensayos comprobando que este comportamiento sea el correcto, y no se vea afectada por los esfuerzos de flujos de tránsito que será sometido	Las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante serán determinadas por los ensayos correspondiente a cada indicador Las propiedades físicas de la subrasante se ven reflejadas en el índice de plasticidad y el contenido de humedad y las propiedades mecánicas de la subrasante se ven reflejadas en la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y la resistencia que toma el suelo, de acuerdo a la estabilización realizada,	<b>Propiedades Físicas</b>	Clasificación de suelos (SUCS)	Razón	<p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico – la muestra está delimitada por el investigador.</p> <p><b>Técnica:</b> Observación directa.</p> <p><b>Instrumento de recolección de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas de recolección de datos</li> <li>- <b>Equipos y herramientas de laboratorio.</b></li> <li>- Software de análisis de datos. (Excel)</li> </ul>
				Índice de Plasticidad (IP)		
				Contenido de humedad (%)		
			<b>Propiedades Mecánicas</b>	Máxima Densidad Seca (Kg/Cm3)		
				Optimo contenido de humedad (%)		
				Resistencia (%)		

### **Anexo 03. Análisis Estadísticos de Resultados**

## Contrastación de hipótesis para C-02

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:** ¿El uso de ceniza de maíz – hoja de pino influyen positivamente en las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, Ancash – 2022?

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

1. Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula ( $H_0$ ) y Alterna ( $H_1$ )

$H_0$ : 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.

2. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)

Elección de la Prueba estadística: si  $n>50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n=5$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IP_Calicata_C02	,227	10	,153	,902	10	,231
Adicion_CTM_CH	,153	10	,200*	,969	10	,882
P						

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

3. Regla de decisión:

$p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.231 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

4. Conclusión: Los datos de la variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) 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<sub>0</sub>: La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) NO está relacionada con la adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino.

H<sub>1</sub>: La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) SI está relacionada con la adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino.

2. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)

3. Elección de la Prueba estadística: n=10 muestras (Correlación “r” de Pearson).

#### Correlaciones

		Adicion_CTM_C	
		HP	IP_Calicata_C02
Adicion_CTM_CHP	Correlación de Pearson	1	-,916**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	10	10
IP_Calicata_C02	Correlación de Pearson	-,916**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	10	10

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta H<sub>0</sub>, caso contrario el H<sub>1</sub>.

Por lo que  $0.01 < 0.05$ , se acepta la H<sub>1</sub>.

5. Conclusión: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) SI está relacionada de manera directa y negativa con la adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino ( $r = -0.916$ ).

**Hipótesis 02:** ¿El uso de ceniza de maíz – hoja de pino influyen positivamente en las propiedades mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022?

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

1. Planteamiento de hipótesis Nula ( $H_0$ ) y Alternativa ( $H_1$ ):  
 $H_0$ : 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:  $\alpha=0.05$  (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: si  $n>50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n=10$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adicion_CTM_CHP	,153	10	,200 <sup>*</sup>	,969	10	,882
OCH	,183	10	,200 <sup>*</sup>	,923	10	,381
MDS	,146	10	,200 <sup>*</sup>	,987	10	,992
CBR_95	,286	10	,020	,863	10	,082
CBR_100	,190	10	,200 <sup>*</sup>	,871	10	,101

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

4. Regla de decisión:  
 $p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula).  
 Para OCH:  $0.381 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .  
 Para MDS:  $0.992 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .  
 Para CBR 95%:  $0.082 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .  
 Para CBR 100%:  $0.101 > 0.05$ ; 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 CHSM.  
 $H_1$ : La variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH, MDS y CBR) SI está relacionada con la adición de CHSM.

2. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)
3. Elección de la Prueba estadística:  $n=5$  muestras (Correlación "r" de Pearson).

**Correlaciones**

		Adicion_CT				
		M_CHP	OCH	MDS	CBR_95	CBR_100
Adicion_CT	Correlación de Pearson	1	-,023	,207	,352	,264
	Sig. (bilateral)		,949	,566	,319	,461
	N	10	10	10	10	10
OCH	Correlación de Pearson	-,023	1	-,744*	-,718*	-,888**
	Sig. (bilateral)	,949		,014	,019	,001
	N	10	10	10	10	10
MDS	Correlación de Pearson	,207	-,744*	1	,579	,837**
	Sig. (bilateral)	,566	,014		,079	,003
	N	10	10	10	10	10
CBR_95	Correlación de Pearson	,352	-,718*	,579	1	,800**
	Sig. (bilateral)	,319	,019	,079		,005
	N	10	10	10	10	10
CBR_100	Correlación de Pearson	,264	-,888**	,837**	,800**	1
	Sig. (bilateral)	,461	,001	,003	,005	
	N	10	10	10	10	10

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta  $H_0$ , caso contrario el  $H_1$ .

Para OCH:  $0.949 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

Para MDS:  $0.566 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR 95%:  $0.319 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR 100%:  $0.461 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

5. Conclusión:

Conclusión para OCH: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = -0.23$ ).

Conclusión para MDS: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (MDS) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = 0.207$ ).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR95%) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r= 0.352$ ). Esto se debe a que con la adición del 2.5% de CHSM la MDS tiende a decrecer.

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR100%) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r= 0.461$ ).

**Conclusión final:** las propiedades mecánicas no están relacionadas directamente con la relación de combinaciones de cenizas propuestas, esto se debe a que el suelo presenta un grande porcentaje de composición arcillas materia susceptible a una serie de interacciones químicas con las cenizas puzolánicas propuestas, dando consigo una correlación no lineal

**Hipótesis 03:** ¿la dosificación optima de ceniza de maíz – hoja de pino influyen positivamente en las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 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:  $\alpha=0.05$  (5%)
3. Elección de la Prueba estadística: si  $n>50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n=10$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adicion_CTM_CHP	,153	10	,200*	,969	10	,882
OCH	,183	10	,200*	,923	10	,381
MDS	,146	10	,200*	,987	10	,992
CBR_95	,286	10	,020	,863	10	,082

CBR_100	,190	10	,200*	,871	10	,101
IP_Calicata_C02	,227	10	,153	,902	10	,231

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### 4. Regla de decisión:

$p < 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula).

Para IP:  $0.231 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

Para OCH:  $0.381 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

Para MDS:  $0.992 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR:  $0.082 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR:  $0.101 > 0.05$ ; 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:

##### 6. 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 CM+CHP.

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

##### 7. Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ (5%)

##### 8. Elección de la Prueba estadística: $n = 10$ muestras (Correlación "r" de Pearson).

#### Correlaciones

		Adicion_ CTM_CH	IP_Calicata_C02	OCH	MDS	CBR_9_5	CBR_10_0
Adicion_ CTM_CH	Correlación de Pearson	1	-,916**	-,023	,207	,352	,264
Adicion_ CTM_CH	Sig. (bilateral)		,000	,949	,566	,319	,461
Adicion_ CTM_CH	N	10	10	10	10	10	10
IP_Calicata_C02	Correlación de Pearson	-,916**	1	,162	-,350	-,355	-,318
IP_Calicata_C02	Sig. (bilateral)	,000		,655	,322	,314	,371
IP_Calicata_C02	N	10	10	10	10	10	10

OCH	Correlación de Pearson	-,023	,162	1	-,744*	-,718*	-,888**
	Sig. (bilateral)	,949	,655		,014	,019	,001
	N	10	10	10	10	10	10
MDS	Correlación de Pearson	,207	-,350	-,744*	1	,579	,837**
	Sig. (bilateral)	,566	,322	,014		,079	,003
	N	10	10	10	10	10	10
CBR_95	Correlación de Pearson	,352	-,355	-,718*	,579	1	,800**
	Sig. (bilateral)	,319	,314	,019	,079		,005
	N	10	10	10	10	10	10
CBR_100	Correlación de Pearson	,264	-,318	-,888**	,837**	,800**	1
	Sig. (bilateral)	,461	,371	,001	,003	,005	
	N	10	10	10	10	10	10

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

#### 4. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta  $H_0$ , caso contrario el  $H_1$ .

Para IP:  $0.001 < 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_1$ .

Para OCH:  $0.949 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

Para MDS:  $0.566 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR al 95%:  $0.319 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR al 100%:  $0.461 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

#### 5. Conclusión:

Conclusión para IP: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) SI está relacionada de manera directa y negativa con la adición de CHSM ( $r = -0.916$ ).

Conclusión para OCH: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = -0.023$ ).

Conclusión para MDS: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (MDS) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = -0.207$ ).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r= 0.352$ ).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r= 0.264$ ).

Se concluye entonces que las propiedades físicas(IP) si responden a una correlación respecto a los porcentajes de adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino, Asi mismo se indica que las propiedades mecánicas no están relacionadas directamente con la relación de combinaciones de cenizas propuestas, esto debido a que el suelo presenta un grande porcentaje de composición arcillas materia susceptible a una serie de interacciones químicas con las cenizas puzolánicas propuestas, dando consigo una correlación no lineal.

### **Contrastación de hipótesis para 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:** ¿El uso de ceniza de maíz - hoja de pino influyen positivamente en las propiedades físicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, distrito de Coishco, Ancash – 2022?

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

#### 5. Planteamiento de Normalidad: Hipótesis Nula ( $H_0$ ) y Alterna ( $H_1$ )

$H_0$ : 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.

#### 6. Nivel de significancia: $\alpha=0.05$ (5%)

Elección de la Prueba estadística: si  $n>50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n=10$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IP_Calicata_C03	,137	10	,200*	,953	10	,699
Adicion_CTM_CHP	,153	10	,200*	,969	10	,882

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### 7. Regla de decisión:

$p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula), para este caso  $0.699 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

#### 8. Conclusión: Los datos de la variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, por ello se utiliza Correlación de Pearson.

### Correlación “r” de Pearson:

#### 6. Planteamiento del problema:

$H_0$ : La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) NO está relacionada con la adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino.

$H_1$ : La variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) SI está relacionada con la adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino.

#### 7. Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ (5%)

#### 8. Elección de la Prueba estadística: $n = 10$ muestras (Correlación “r” de Pearson).

### Correlaciones

		IP_Calicata_C0 3	Adicion_CTM_C HP
IP_Calicata_C03	Correlación de Pearson	1	-,945**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	10	10
Adicion_CTM_CHP	Correlación de Pearson	-,945**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	10	10

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

#### 9. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta  $H_0$ , caso contrario el  $H_1$ .

Por lo que  $0.01 < 0.05$ , se acepta la  $H_1$ .

10. Conclusión: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades físicas de la subrasante (Índice de Plasticidad) SI está relacionada de manera directa y negativa con la adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino ( $r = -0.945$ ).

**Hipótesis 02:** ¿El uso de ceniza de maíz - hoja de pino influyen positivamente en las propiedades mecánicas de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022?

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

6. 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.

7. Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$  (5%)

8. Elección de la Prueba estadística: si  $n > 50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n < 50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n = 5$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adicion_CTM_CHP	,153	10	,200*	,969	10	,882
OCH	,266	10	,044	,867	10	,093
MDS	,236	10	,122	,894	10	,188
CBR_95	,289	10	,017	,807	10	,017
CBR_100	,241	10	,104	,838	10	,041

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

9. Regla de decisión:

$p < 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula).

Para OCH:  $0.093 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

Para MDS:  $0.188 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR 95%:  $0.17 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR 100%:  $0.41 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

10. 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:

9. Planteamiento del problema:

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

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

10. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)

11. Elección de la Prueba estadística:  $n=10$  muestras (Correlación “r” de Pearson).

		Correlaciones				
		Adicion_CTM_				
		CHP	OCH	MDS	CBR_95	CBR_100
Adicion_CTM_	Correlación de Pearson	1	-,049	,080	,339	,245
	Sig. (bilateral)		,893	,825	,338	,496
	N	10	10	10	10	10
OCH	Correlación de Pearson	-,049	1	-,793**	-,412	-,527
	Sig. (bilateral)	,893		,006	,237	,118
	N	10	10	10	10	10
MDS	Correlación de Pearson	,080	-,793**	1	,375	,503
	Sig. (bilateral)	,825	,006		,286	,139
	N	10	10	10	10	10
CBR_95	Correlación de Pearson	,339	-,412	,375	1	,924**
	Sig. (bilateral)	,338	,237	,286		,000
	N	10	10	10	10	10
CBR_100	Correlación de Pearson	,245	-,527	,503	,924**	1
	Sig. (bilateral)	,496	,118	,139	,000	
	N	10	10	10	10	10

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

## 12. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta  $H_0$ , caso contrario el  $H_1$ .

Para OCH:  $0.893 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

Para MDS:  $0.825 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR 95%:  $0.338 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR 100%:  $0.496 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

## 13. Conclusión:

Conclusión para OCH: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = -0.049$ ).

Conclusión para MDS: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (MDS) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = 0.080$ ).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR95%) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = 0.339$ ).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR100%) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = 0.245$ ).

Conclusión final: las propiedades mecánicas no están relacionadas directamente con la relación de combinaciones de cenizas propuestas, esto se debe a que el suelo presenta un grande porcentaje de composición arcillas materia susceptible a una serie de interacciones químicas con las cenizas puzolánicas propuestas, dando consigo una correlación no lineal

**Hipótesis 03:** ¿la dosificación optima de ceniza de maíz - hoja de pino influyen positivamente en las propiedades de la sub rasante en la calle 5 del A.H. San Valentín, Ancash – 2022?

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

6. Planteamiento de hipótesis Nula ( $H_0$ ) y Alternativa ( $H_1$ ):

$H_0$ : 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.

7. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)

8. Elección de la Prueba estadística: si  $n>50$  (Kolmogorov- Smirnov), si  $n<50$  (Shapiro-Wilk), para este caso  $n=10$  muestras por lo que se utiliza Shapiro Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adicion_CTM_CHP	,153	10	,200*	,969	10	,882
OCH	,266	10	,044	,867	10	,093
MDS	,236	10	,122	,894	10	,188
CBR_95	,289	10	,017	,807	10	,017
CBR_100	,241	10	,104	,838	10	,041
IP_Calicata_C03	,137	10	,200*	,953	10	,699

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

9. Regla de decisión:

$p \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula).

Para IP:  $0.699 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

Para OCH:  $0.093 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la  $H_0$ .

Para MDS:  $0.188 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR:  $0.017 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

Para CBR:  $0.041 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

10. 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:**

14. Planteamiento del problema:

H<sub>0</sub>: La variable propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS y CBR) NO está relacionada con la adición de CM+CHP.

H<sub>1</sub>: La variable propiedades físico-mecánicas de la subrasante (IP, OCH, MDS y CBR) SI está relacionada con la adición de CM+CHP.

15. Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$  (5%)

16. Elección de la Prueba estadística: n=10 muestras (Correlación "r" de Pearson).

		<b>Correlaciones</b>					
		Adicion_CT M_CHP	IP_Calicata _C03	OCH	MDS	CBR_9 5	CBR_10 0
Adicion_	Correlación de Pearson	1	-,945**	-,049	,080	,339	,245
CTM_C	Sig. (bilateral)		,000	,893	,825	,338	,496
HP	N	10	10	10	10	10	10
IP_Calic	Correlación de Pearson	-,945**	1	,006	-,112	-,377	-,272
ata_C03	Sig. (bilateral)	,000		,987	,758	,283	,447
	N	10	10	10	10	10	10
OCH	Correlación de Pearson	-,049	,006	1	-,793**	-,412	-,527
	Sig. (bilateral)	,893	,987		,006	,237	,118
	N	10	10	10	10	10	10
MDS	Correlación de Pearson	,080	-,112	-,793**	1	,375	,503
	Sig. (bilateral)	,825	,758	,006		,286	,139
	N	10	10	10	10	10	10
CBR_95	Correlación de Pearson	,339	-,377	-,412	,375	1	,924**
	Sig. (bilateral)	,338	,283	,237	,286		,000
	N	10	10	10	10	10	10
CBR_10	Correlación de Pearson	,245	-,272	-,527	,503	,924**	1
0	Sig. (bilateral)	,496	,447	,118	,139	,000	
	N	10	10	10	10	10	10

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

6. Regla de decisión:

Si  $p > \alpha$ , entonces se acepta H<sub>0</sub>, caso contrario el H<sub>1</sub>.

Para IP:  $0.001 < 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la H<sub>1</sub>.

Para OCH:  $0.893 > 0.05$ ; por lo tanto; se acepta la H<sub>0</sub>.

Para MDS:  $0.825 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la H<sub>0</sub>.

Para CBR al 95%:  $0.338 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la H<sub>0</sub>.

Para CBRal 100%:  $0.496 > 0.05$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_0$ .

#### 7. Conclusión:

Conclusión para IP: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) SI está relacionada de manera directa y negativa con la adición de CHSM ( $r = -0.945$ ).

Conclusión para OCH: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (OCH) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = -0.049$ ).

Conclusión para MDS: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (MDS) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = -0.080$ ).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = 0.339$ ).

Conclusión para CBR: Existe evidencia estadística de que la variable propiedades mecánicas de la subrasante (CBR) NO está relacionada de manera directa con la adición de CHSM ( $r = 0.339$ ).

Cabe recalcar que si se considera hasta la adición del 2.0% de CHSM ( $n=4$  muestras) el IP, MDS y CBR estarán relacionadas directamente, el OCH no se relaciona de manera directa.

Se concluye entonces que las propiedades físicas(IP) si responden a una correlación respecto a los porcentajes de adición de cenizas de tallo de maíz y hojas de pino, Asi mismo se indica que las propiedades mecánicas no están relacionadas directamente con la relación de combinaciones de cenizas propuestas, esto debido a que el suelo presenta un grande porcentaje de composición arcillas materia susceptible a una serie de interacciones químicas con las cenizas puzolánicas propuestas, dando consigo una correlación no lineal.

## **Anexo 04. Instrumentos de recolección de datos**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NORMA MTC E 107.**

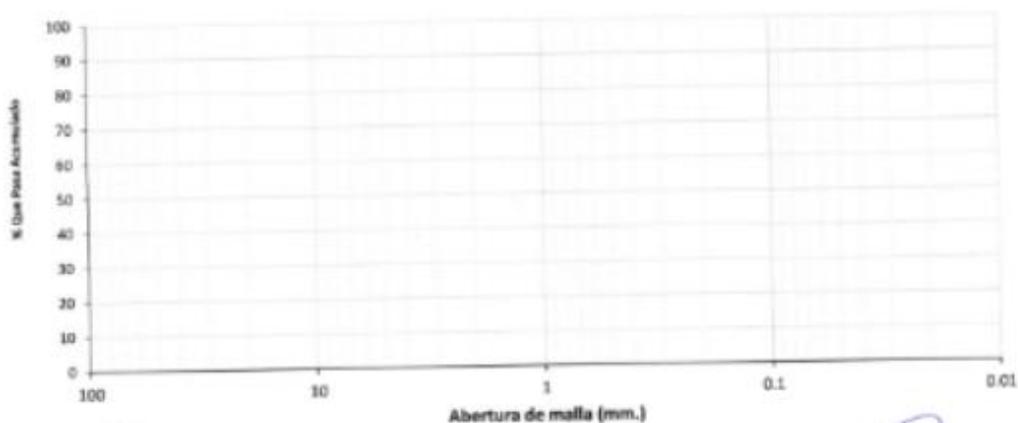
**TÍTULO:** Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash - 2022.

**AUTOR:** Br. Deza Ángeles, Christopher Anggelo - Br. Ramírez Villanueva, Abel Jahel

**FECHA:**

TAMICES		PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE
(PULG)	(mm)	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
1 1/2"	37.5				
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5				
1/4"	6.3				
Nº04	4.75				
Nº08	2.36				
Nº10	2				
Nº16	1.19				
Nº20	0.85				
Nº30	0.6				
Nº40	0.425				
Nº50	0.3				
Nº60	0.177				
Nº100	0.15				

**CURVA GRANULOMETRICA**



  
EGLUPE CORDOVA DELA MARTIZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 237820

  
Alfredo José Paz Jiménez  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 146582

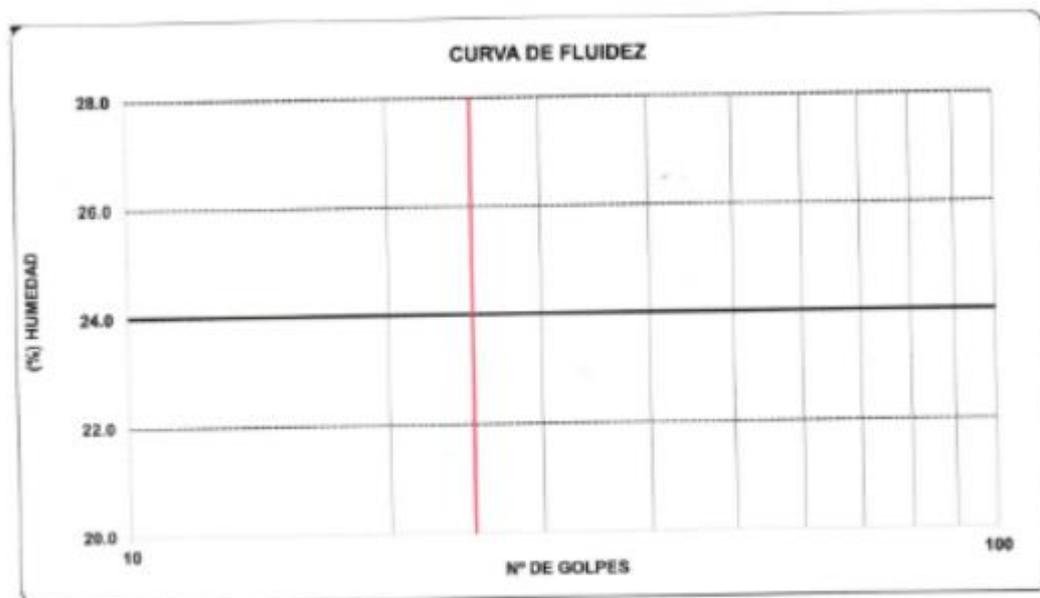
  
Miguel Hernández Terasio  
ING. CIVIL  
CIP Nº 226395  
Colegio de Ingenieros N° 226395

**ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA NORMA MTC E 110- MTC E 111.**
**TÍTULO:** Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancaash - 2022.

**AUTOR:** Br. Deza Ángeles, Christopher Anggelo - Br. Ramírez Villanueva, Abel Jahel

**FECHA:**

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
DATOS DE ENSAYO.	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
N° de tarro		
N° de golpes		
Tarro + suelo húmedo		
Tarro + suelo seco		
Agua		
Peso del tarro		
Peso del suelo seco		
Porcentaje de humedad		
Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido		
Límite Plástico		
Índice de Plasticidad (Malla N°40)		



*Deza C.*  
**ECUARE CORDEA DELA MARTIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 237820

*Abel J. Ramírez*  
**Abel J. Ramírez**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 186682

*Angela Hernández*  
**Angela Hernández Tenorio**  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 226395  
 Inscripción de Obras N° C-.....



**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108.**

**TÍTULO:** Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentin, Ancash – 2022.

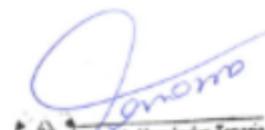
**AUTOR:** Br. Deza Ángeles, Christopher Anggelo - Br. Ramírez Villanueva, Abel Jahel

**FECHA:**

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)			
DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
1 Peso de la tara (gr)			
2 Peso tara + suelo húmedo (gr)			
3 Peso tara + suelo seco (gr)			
4 Peso del agua (gr)			
5 Peso del suelo seco (gr)			
6 Contenido de humedad (%)			
<b>PROMEDIO:</b>			

  
ECLAIR CORDOVA DELM MARTIN  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 237820

  
Alfredo José Díaz Jiménez  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 146682

  
Angeli A. Hernández Tenorio  
ING. CIVIL  
CIP Nº 226295  
Colegio de Ingenieros IP 226295  
Inscripción: Tercer Año C-14



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ENSAYO DE CBR MTC E 132.**

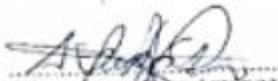
**TITULO:** Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentin, Ancash – 2022.

**AUTOR:** Br. Deza Ángeles, Christopher Anggelo - Br. Ramirez Villanueva, Abel Jahel

**FECHA:**

ENSAYO DE CBR										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA		ESFUERZO	CARGA		ESFUERZO	CARGA		ESFUERZO
MM	pulg.	kg	kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup>

  
MIGUEL CORDOVA DEURI MARTIN  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 237820

  
Alfredo José Díaz Jiménez  
Ingeniero Civil  
CIP N° 146682

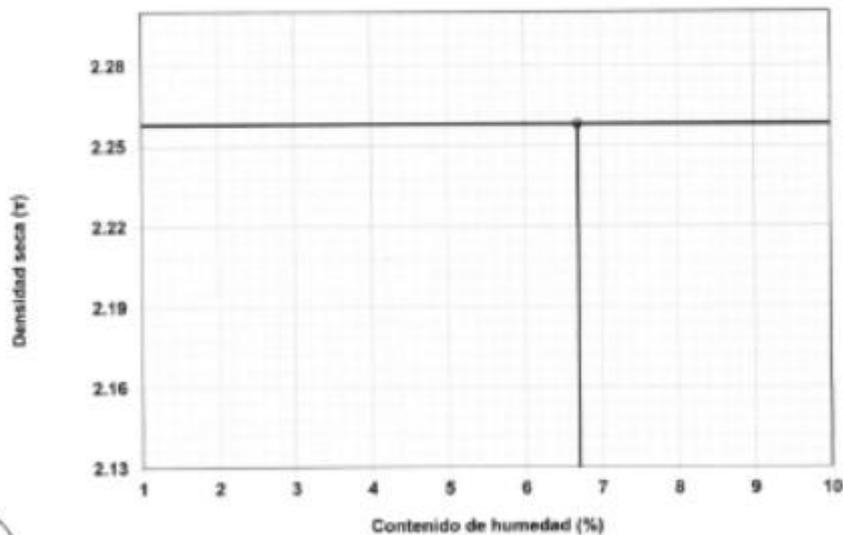
  
  
Angel A. Hernández Temara  
ING. CIVIL  
Colegio de Ingenieros N° 22620  
Instituto de Ingenieros N° 111

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 117.**
**TÍTULO:** Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

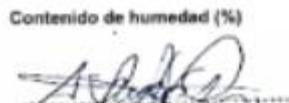
**AUTOR:** Br. Deza Ángeles, Christopher Anggelo - Br. Ramírez Villanueva, Abel Jahel

**FECHA:**

DENSIDAD HÚMEDA					
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g-				
Peso del molde	g-				
Peso del suelo húmedo compactado	g-				
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>				
Peso del volumen húmedo	g/cm <sup>3</sup>				
<b>Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>				
DENSIDAD SECA					
Nº RECIPIENTE		1	2	3	4
Peso Del Suelo Húmedo + Tara	g-				
Peso Del Suelo Seco + Tara	g-				
Peso De Tara	g-				
Peso De Agua	g-				
Peso De Suelo Seco	g-				
Contenido De Agua	%				
Peso Volumétrico Seco	g/cm <sup>3</sup>				
<b>Promedio</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>				

**GRAFICO DEL PROCTOR**



ESQUIVEL CORDOVA DE URIBE MARTIN  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 237820



Alfredo José Jiménez  
Ingeniero Civil  
CIP Nº 146680



Angélica Hernández Tenorio  
ING. CIVIL  
Colegio de Ingenieros Nº 220395  
Instituto de Obras Nº 0777

**ANEXO 5. Certificado de validación del instrumento de recolección de  
datos**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Hernández Tenorio Angel A.

Institución donde labora : \_\_\_\_\_

Especialidad : Ing Civil

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

Autor del instrumento:

**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: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan 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 recoge a través de los ítems del instrumento, permite 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: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La resolución de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<u>50</u>

(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

Viernes 26 de Agosto de 2022

  
**Angel A. Hernández Tenorio**  
 ING. CIVIL  
 Msc. Colegio de Ingenieros N° 22694  
 "Ingeniero de Obras N° 1"

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Aguirre Córdoba Delmi Martín

Institución donde labore : \_\_\_\_\_

Especialidad : Ing. Civil

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

Autor del instrumento:

**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: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> 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: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					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 recoge 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: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La relación de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<u>50</u>

(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:

5.0

Viernes 26 de Agosto de 2022

  
**AGUIRRE CORDOBA DELMI MARTIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 237620

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Díaz Jiménez Alfredo José

Institución donde labora : \_\_\_\_\_

Especialidad : Ing. Civil

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

Autor del instrumento:

**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: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> 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: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problemas 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 recoge 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: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La relación de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>40</b>

(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: 5.0

Viernes 26 de Agosto de 2022

  
 Alfredo José Díaz Jiménez  
 Ingeniero Civil  
 CIP N. 136682

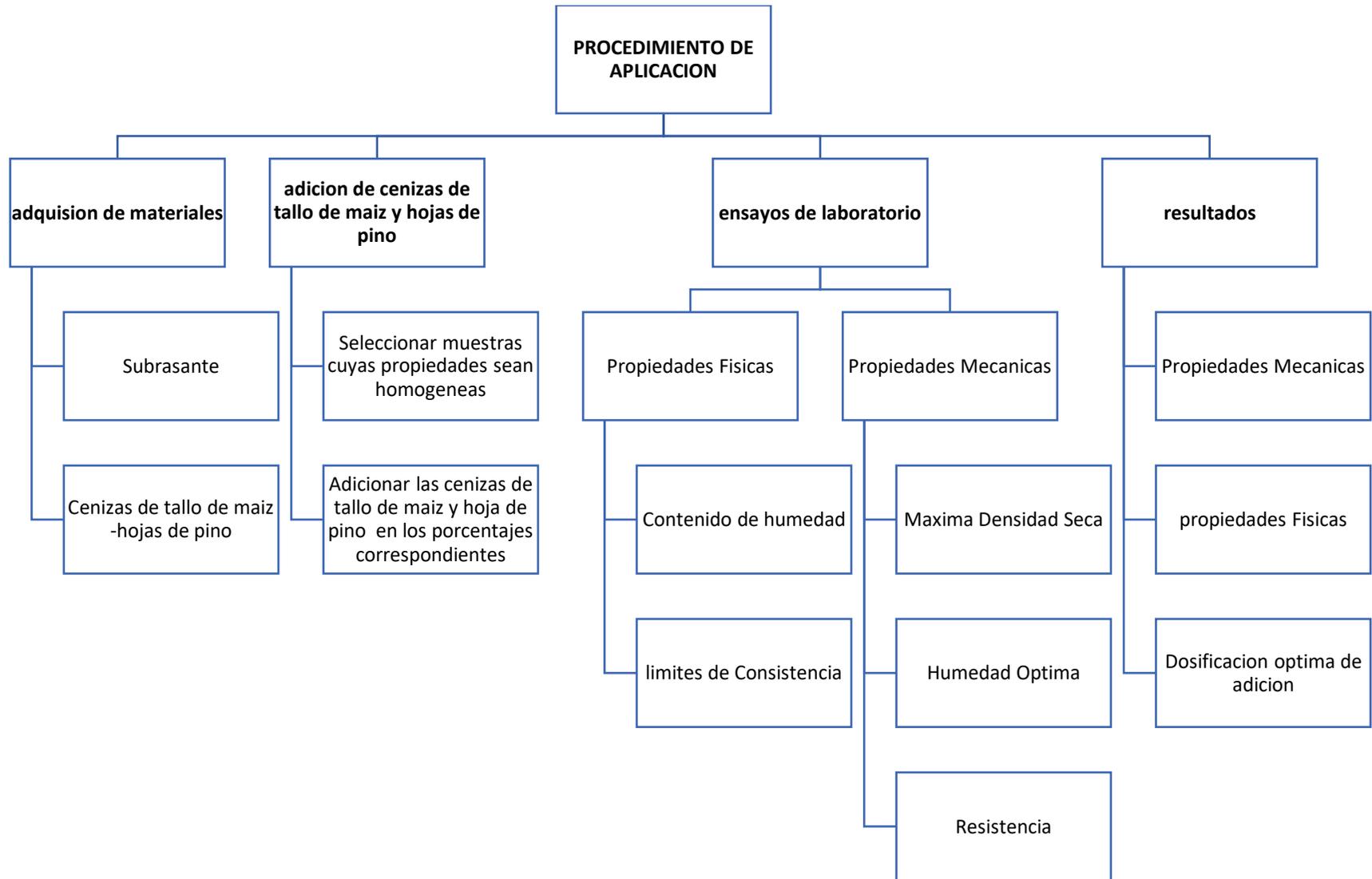
**Anexo 06: Cuadro de Dosificación y resultado de antecedentes.**

**TITULO:** Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash – 2022.

**AUTOR:** Br. Deza Angeles, Christopher Anggelo - Br. Ramírez Villanueva, Abel Jahel

INVESTIGACIONES	AUTOR	TITULO	AÑO	CENIZA	DOSIFICACIONES	CBR (%) al 95% (0.2")	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MAXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3)	
TESIS INTERNACIONALES	ANDRÉS FELIPE HERNÁNDEZ GARCÍA MARÍA FERNANDA HERRERA VARGAS	ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE SOPORTE Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN SUELO ARCILLO-LIMOSO EN LA VEREDA DE LIBERIA DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ CUNDINAMARCA ESTABILIZADO CON CENIZA DE CASCARILLA DE CAFÉ	2019	Cascarilla de café	0.00%	1.6	16.63	1.60	
					4.00%	2.5	20.33	1.55	
					6.00%	4.0	21.67	1.53	
					8.00%	7.3	22.83	1.52	
	MARIO ALEJANDRO COBOS MOLINA CAROL TATIANA ORTEGÓN RAMÍREZ JUAN CAMILO PERALTA ZARRATE	CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO ESTABILIZADOS CON CENIZAS PROVENIENTES DE CÁSCARA DE COCO Y CISCO DE CAFÉ	2019	Cascara de coco	0.00%	75.1	39.30	1.07	
					5.00%	69.5	116.63	1.05	
					10.00%	75.9	52.3	0.98	
					15.00%	99.5	42.7	0.98	
				Cisco de café	0.00%	75.1	39.30	1.07	
					5.00%	62.6	39.19	1.10	
					10.00%	75.2	52.05	0.90	
	PÍA ANDREA CLAVERÍA VÁSQUEZ DANIEL FERNANDO TRIANA MENDOZA JENNY 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	Arroz	0.00%	75.1	39.27	1.15	
					5.00%	88.5	44.77	1.08	
					10.00%	103.9	43.00	1.07	
				Bagazo de caña	15.00%	96.0	44.50	0.98	
0.00%					75.1	39.27	1.15		
5.00%					60.8	38.69	1.11		
TESIS NACIONALES	HÉCTOR ALONZO IPINCE CUEVAS	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE AGREGANDO CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA CALLE 12 DEL DISTRITO DE VÍCTOR LARCO HERRERA, TRUJILLO 2019	2020	Tusa de maíz	0.00%	1.8	12.60	1.99	
					5.00%		13.80	2.03	
					10.00%		14.10	2.06	
					15.00%	22.4	15.70	2.09	
	ANGEL VIDAL PERALTA RICRA	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE LA CENIZA DE GALLINAZA	2020	Gallinaza	0.00%	6.5	14.20	1.86	
					2.00%	7.5	14.50	1.83	
					4.00%	13.7	13.00	1.84	
					8.00%	9.0	14.50	1.83	
	APAZA VELÁSQUEZ, MILTON QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS	ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021	2022	Cascara de trigo y tallo de maíz	0.00%	4.6	15.1	1.75	
					10.00%	15.9	16.6	1.72	
					15.00%	23.2	17.9	1.68	
					20.00%	12.4	19.4	1.62	
	ARTÍCULOS	OMAR OJEDA FARIÁS JOSÉ MANUEL MENDOZA-RANGEL MIGUEL BALTAZAR-ZAMORA	INFLUENCIA DE LA INCLUSIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LA COMPACTACIÓN, CBR Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE UN MATERIAL GRANULAR TIPO SUBRASANTE	2018	Bagazo de caña de azúcar	0.00%	208.0	21.70	1.31
						25.00%	137.0	21.10	1.35
						52.00%	40.0	20.05	1.26
100.00%						47.0	20.30	1.30	
JIJO JAMES		BENEFICIO DE RESISTENCIA DE LA ENMIENDA DE ASERRÍN/CENIZA DE MADERA EN LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO DE UN SUELO EXPANSIVO	2020	Madera	0.00%	1.0	30.00	1.41	
					5.00%	1.2	26.20	1.44	
					10.00%	0.8	24.00	1.40	
					20.00%	0.5	21.50	1.37	
OLGER GOÑAS LABAJOS, JHON HILMER SALDAÑA NÚÑEZ		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZAS DE CARBÓN PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA	2019	Carbón	0.00%	2.2	18.20	1.45	
					15.00%	2.5	19.10	1.46	
					20.00%	3.0	21.50	1.49	
					25.00%	3.6	24.70	1.49	
ARTÍCULOS EN OTROS IDIOMAS	PRATHIK ANAND KRISHNAN V. PRADEEP GOKUL B. ADITHYA	EXPERIMENTAL STUDY OF SOIL STABILIZATION BY ADDING CEMENT, RICE HUSK ASH AND BAGASSE ASH	2022	Bagazo de caña de azúcar Cascara de arroz	0.00%	5.3	18.00	1.42	
					10%- 8%	6.0	18.00	1.46	
					14%- 10%	6.4	17.80	1.40	
	JOGÉRIO EVANGELISTA DE FREITAS	USO DE CINZA DA CASCA DE ARROZ NA ESTABILIZAÇÃO DE SOLOS PARA USO EM PAVIMENTO RODOVIÁRIO	2018	Cascara de arroz	0.00%	68.0	18.00	1.55	
					2.00%	54.0	6.40	1.53	
					4.00%	52.5	5.80	1.56	
					6.00%	63.0	5.65	1.64	
	MARCO ANTONIO DE MORAIS ALCÁNTARALUCAS PEREIRA DOS SANTOS ADRIANO SOUSADARÍO CARDOSO DE LIMA	EFEITO DA CINZA DE CASCA DE ARROZ NA PLASTICIDADE E COMPACTAÇÃO DE UMA MISTURA SOLO-CAL	2018	Cascara de Arroz	8.00%	45.0	5.75	1.58	
					0.00%		12.40	1.92	
					5.00%		13.70	1.88	
				10.00%		14.40	1.81		

## Anexo 07: Procedimientos



## PROCESO DE APLICACION



## Anexo 08. Análisis de costos unitarios

Tema de investigación: “Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash – 2022”.

### PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>1</b>	BIENES Y SERVICIOS				490
<b>1.01</b>	UTILES DE OFICINA	UND	1	100	100
<b>1.02</b>	INTERNET	MES	6	65	390

### PRESUPUESTO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>2</b>	MATERIALES				380
<b>2.01</b>	CENIZA DE MAIZ	KG	80	2	160
<b>2.02</b>	CENIZA DE HOJA DE PINO	KG	80	2	160
<b>2.03</b>	TRANSPORTE DEL MATERIAL	GLB	1	60	60

### PRESUPUESTO DE ENSAYOS DE CAMPO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>3</b>	ENSAYOS DE CAMPO				150
<b>3.01</b>	CALICATAS	GLB	3	50	150

### PRESUPUESTO DE LABORATORIO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>4</b>	ENSAYOS DE LABORATORIO				3150
<b>4.01</b>	ANALISIS GRANULOMÉTRICO	UND	3	50	150
<b>4.02</b>	LÍMITES DE ATTERBERG	UND	10	50	500
<b>4.03</b>	PROCTOR MODIFICADO	UND	10	125	1250
<b>4.04</b>	CBR	UND	10	125	1250

### PRESUPUESTO GENERAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PARCIAL
<b>5</b>	PRESUPUESTO TOTAL		4170
<b>5.01</b>	BIENES Y SERVICIOS	GLB	490
<b>5.02</b>	MATERIALES	GLB	380
<b>5.03</b>	ENSAYOS DE CAMPO	GLB	150
<b>5.04</b>	ENSAYOS DE LABORATORIO	GLB	3150

# Anexo 09: Informe del laboratorio de mecánica de suelos



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz@822@hotmail.com



**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
 ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 202

**TESISTAS** BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**Ubicación:** CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**Calicata:** C-01 **Fecha :** OCTUBRE DEL 2022

**Muestra:** M-1 **Profundidad muestra (m):** 0,0-1,50

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**GRADACIÓN**

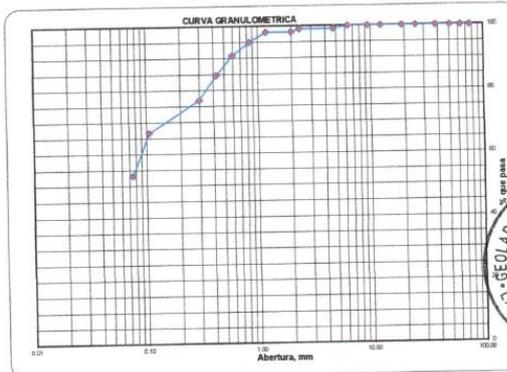
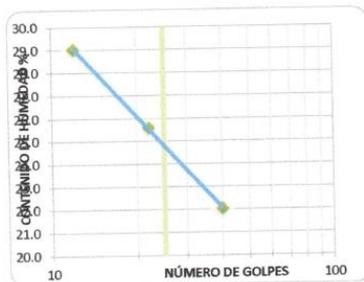
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	12	22	40
Recipiente No.	1	2	3
P <sub>1</sub>	22.10	9.00	8.50
P <sub>2</sub>	30.50	14.30	15.20
P <sub>3</sub>	28.61	13.22	13.99
P <sub>w</sub>	1.89	1.08	1.21
P <sub>s</sub>	6.51	4.22	5.49
W%	<b>29.03</b>	<b>25.59</b>	<b>22.04</b>

Peso inicial: 414.59 [gr]		Peso final: 414.59 [gr]			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.20				100.00%
2 1/2"	63.500				100.00%
2"	50.800				100.00%
1 1/2"	38.100				100.00%
1"	25.400				100.00%
3/4"	19.050				100.00%
1/2"	12.500				100.00%
3/8"	9.500				100.00%
1/4"	6.350	0.00			100.00%
Nº 4	4.750	3.69	0.9%	0.9%	99.11%
Nº 8	2.360				99.11%
Nº 10	2.000	4.32	1.0%	1.9%	98.07%
Nº 16	1.190				98.07%
Nº 20	0.840	12.80	3.1%	5.0%	94.98%
Nº 30	0.595	16.90	4.1%	9.1%	90.90%
Nº 40	0.425	25.78	6.2%	15.3%	84.69%
Nº 50	0.297	32.50	7.8%	23.2%	76.85%
Nº 100	0.106	42.10	10.2%	33.3%	66.69%
Nº 200	0.075	56.30	13.6%	46.9%	53.11%
Pasa 200		220.20	53.1%	100.0%	0.00%
Total					

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>	9.00	8.60	165.20
P <sub>2</sub>	10.30	9.89	142.30
P <sub>3</sub>	10.13	9.72	8.37
P <sub>w</sub>	0.17	0.17	22.90
P <sub>s</sub>	1.13	1.12	133.93
W%	<b>15.04</b>	<b>16.18</b>	17.10

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
 P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
 P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
 P<sub>w</sub> = Peso del Agua, en g  
 P<sub>s</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
 W = Contenido de agua, en %

P<sub>w</sub> = P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>  
 P<sub>s</sub> = P<sub>2</sub> - P<sub>3</sub>  
 w = (P<sub>w</sub> / P<sub>s</sub>) x 100



RESULTADOS			
Limite Líquido	24.8	%	
Limite Plástico	15.1	%	
Índice Plástico	9.7	%	
Gravas			0.89%
Arenas			46.00%
Finos			53.11%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL

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

Ing. Wilkin V. Zelaya Salinas  
 CIP. 193373 - CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wlzo822@hotmail.com

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 :A.H. SAN VALENTIN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL  
**CLASIFICACION (SUCS)** :

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
	Pasa %			Clasificación			Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	32.80	IP	17.22				ASSTHO	1.755	13.80

Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01	
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8850	9360	8750	9350	8220	9030
Peso de molde (g)	4275	4275	4345	4345	4120	4120
Peso del suelo húmedo (g)	4575	5085	4405	5005	4100	4910
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2290	2290	2303	2303	2312	2312
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.997	2.220	1.913	2.174	1.774	2.124
Recipiente (N°)	A	11	B	22	C	33
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	115.50	5085.00	99.65	5005.00	109.50	4910.00
Peso Recipiente + suelo seco	104.30	4019.85	89.30	3875.17	98.25	3608.79
Peso Recipiente	23.20	0.00	13.60	0.00	15.60	0.00
Peso de agua (g)	11.20	1085.15	10.35	1129.83	11.25	1301.21
Peso de suelo seco (g)	81.10	4019.85	75.70	3875.17	82.65	3608.79
Contenido de humedad (%)	13.81	26.50	13.67	29.16	13.61	36.06
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.755	1.755	1.683	1.683	1.561	1.561

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	12	0.000	0.0	15	0.000	0.0	18	0.000	0.0
		24	26	0.356	0.3	30	0.381	0.3	35	0.432	0.4
		48	35	0.584	0.5	39	0.610	0.5	45	0.686	0.6
		72	38	0.660	0.6	45	0.762	0.7	49	0.787	0.7

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR
0.000	0.000		0				0				0		
0.635	0.025		28.0				18.6				12.3		
1.270	0.050		53.6				32.1				26.3		
1.905	0.075		72.2				49.2				38.4		
2.540	0.100	70.455	89.9	88.7	6.5		65.7	65.2	4.8		49.3	49.7	3.6
3.810	0.150		112.5				89.6				68.7		
5.080	0.200	105.68	134.5	134.3	6.6		88.7	88.8	4.8		79.2	79.2	3.9

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

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



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlz2822@hotmail.com

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
:A.H. SAN VALENTIN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA : TERRENO NATURAL**  
**CLASIFICACION (SUCS) :**

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %							Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	32.80	IP	17.22	Clasificación			ASSTHO	1.755	13.80

Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diámetro Molde	15.1		15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01	
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojarse	despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado	Antes de mojarse	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8850	9360	8750	9350	8229	9030
Peso de molde (g)	4275	4275	4345	4345	4120	4120
Peso del suelo húmedo (g)	4575	5085	4405	5005	4100	4910
Volumen del molde (cm³)	2290	2290	2303	2303	2312	2312
Densidad húmeda (g/cm³)	1.997	2.220	1.913	2.174	1.774	2.124
Recipiente (N°)	A		B		C	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	115.50	5085.00	89.65	5005.00	109.50	4910.00
Peso Recipiente + suelo seco	104.30	4019.85	89.30	3875.17	99.25	3608.79
Peso Recipiente	23.20	0.00	13.60	0.00	15.60	0.00
Peso de agua (g)	11.20	1065.15	10.35	1129.83	11.25	1301.21
Peso de suelo seco (g)	81.10	4019.85	75.70	3875.17	82.65	3608.79
Contenido de humedad (%)	13.81	26.50	13.67	29.16	13.61	36.06
Densidad seca (g/cm³)	1.755	1.755	1.683	1.683	1.561	1.561

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	12	0.000	0.0	15	0.000	0.0	18	0.000	0.0
		24	26	0.356	0.3	30	0.381	0.3	35	0.432	0.4
		48	35	0.584	0.5	39	0.610	0.5	45	0.686	0.6
		72	38	0.860	0.6	45	0.762	0.7	49	0.767	0.7

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR
0.000	0.000		0				0				0			0			0		
0.635	0.025		28.0				18.6				12.3								
1.270	0.050		53.6				32.1				26.3								
1.905	0.075		72.2				49.2				38.4								
2.540	0.100	70.455	89.9	88.7	6.5		65.7	65.2	4.8		49.3	49.7	3.6						
3.810	0.150		112.5				89.6				68.7								
5.080	0.200	105.68	134.5	134.3	6.6		98.7	98.8	4.8		79.2	78.2	3.9						

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

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





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877130 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)  
ASTM-D1557**

TESIS : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE  
 :A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

TESISTAS : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

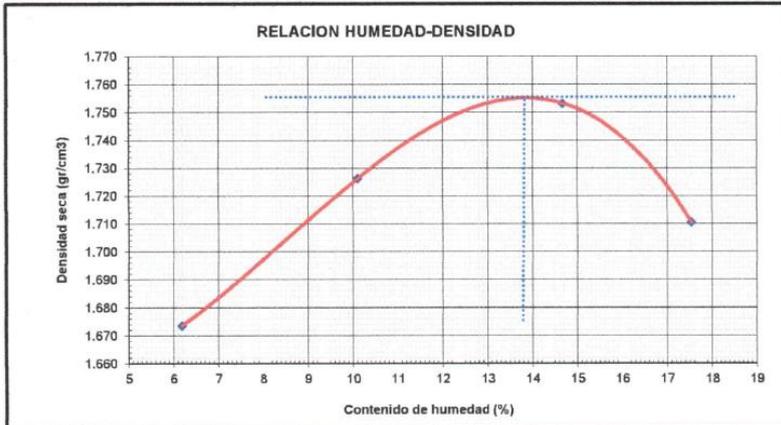
UBICACIÓN : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

MUESTRA : TERRENO NATURAL

Peso suelo + molde	gr	6710.00	6980.00	7220.00	7220.00
Peso molde	gr	2825.00	2825.00	2825.00	2825.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3885.00	4155.00	4395.00	4395.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.78	1.90	2.01	2.01
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	118.20	98.25	85.50	98.60
Peso del suelo seco + tara	gr	112.10	90.50	76.30	87.20
Peso de la Tara	gr	13.50	13.80	13.60	22.20
Peso de agua	gr	6.10	7.75	9.20	11.40
Peso del suelo seco	gr	98.60	76.70	62.70	65.00
Porcentaje de Humedad	%	6.19	10.10	14.67	17.54
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.674	1.726	1.753	1.711

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.755
Humedad óptima (%)	13.80



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 190373 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 9548 7150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 202

**TESISTAS** BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**Ubicación:** CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO **Fecha :** OCTUBRE DEL 2022

**Calicata:** C-02 **Profundidad muestra (m):** 0,0-1,50

**Muestra:** M-1

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

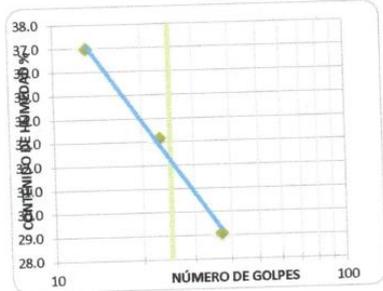
**LÍMITE LÍQUIDO**

Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	13	23	37
Recipiente No.	1	2	3
P <sub>1</sub>	22.11	9.02	8.51
P <sub>2</sub>	33.48	21.31	19.87
P <sub>3</sub>	30.41	18.25	17.31
P <sub>w</sub>	3.07	3.06	2.56
P <sub>s</sub>	8.30	9.23	8.80
W%	<b>36.99</b>	<b>33.15</b>	<b>29.09</b>

LÍMITE PLÁSTICO			Contenido de Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	6
P <sub>1</sub>	9.02	8.61	169.6
P <sub>2</sub>	12.84	14.65	166.3
P <sub>3</sub>	12.15	13.60	15.6
P <sub>w</sub>	0.69	1.05	3.2
P <sub>s</sub>	3.13	4.99	150.7
W%	<b>22.04</b>	<b>21.04</b>	2.15

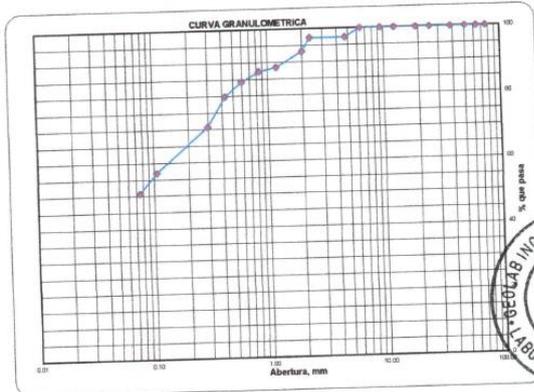
P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g  
P<sub>w</sub> = Peso del Agua, en g  
P<sub>s</sub> = Peso Suelo Seco, en g  
W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$   
 $P_s = P_2 - P_3$   
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



**GRADACIÓN**

Peso inicial: 1,108 [gr]		Peso final: 1,108 [gr]			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	76.20				100.00%
2 1/2"	63.500				100.00%
2"	50.800				100.00%
1 1/2"	38.100				100.00%
1"	25.400				100.00%
3/4"	19.050				100.00%
1/2"	12.500				100.00%
3/8"	9.500				100.00%
1/4"	6.350	0.00			100.00%
Nº 4	4.750	30.29	2.7%	2.7%	97.27%
Nº 8	2.360				97.27%
Nº 10	2.000	45.20	4.1%	6.8%	93.18%
Nº 16	1.190	52.30	4.7%	11.5%	88.46%
Nº 20	0.840	12.50	1.1%	12.7%	87.33%
Nº 30	0.595	34.50	3.1%	15.8%	84.22%
Nº 40	0.425	48.20	4.4%	20.1%	79.87%
Nº 50	0.297	101.40	9.2%	29.3%	70.71%
Nº 100	0.106	152.30	13.8%	43.0%	56.96%
Nº 200	0.075	68.58	6.2%	49.2%	50.77%
Pasa 200		562.30	50.8%	100.0%	0.00%
Total					



**RESULTADOS**

Límite Líquido	32.2 %	Gravas	2.73%
Límite Plástico	21.5 %	Arenas	46.50%
Índice Plástico	10.6 %	Finos	50.77%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo 0  
A.A.S.H.T.O. A - 6  
U.S.C. CL

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

Ing. Wilze822, Zelaya Santos  
CIP. 185273 CONSULTOR C-127779  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAIZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
: A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

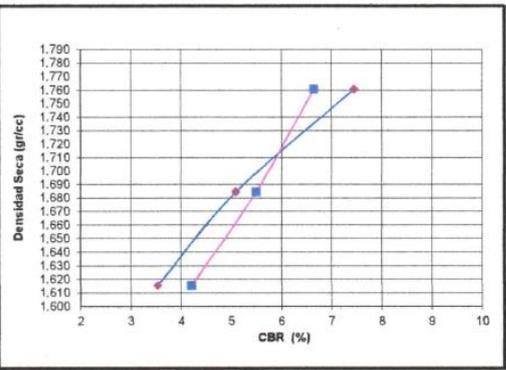
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

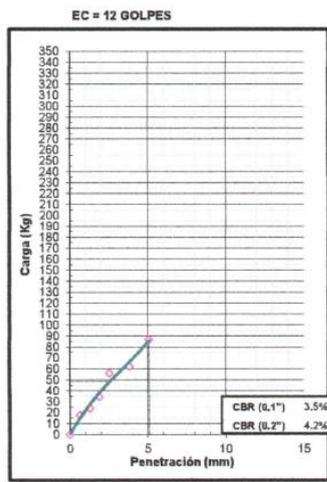
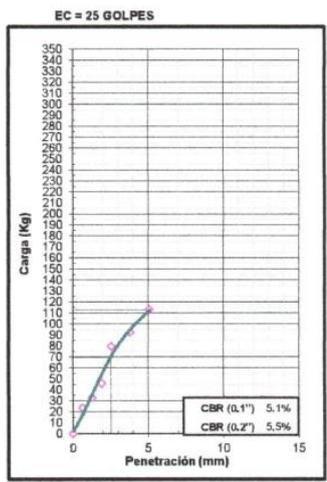
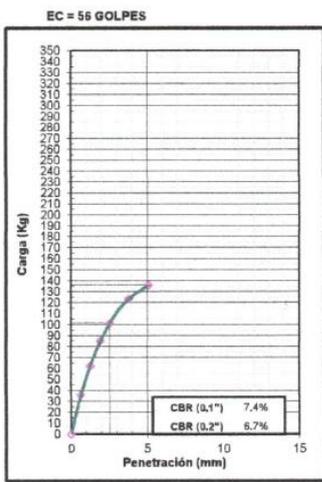
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL  
**CLASIFICACION (SUCS)** :

**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.76  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 13.30



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 7.38	0.2": 6.63
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 4.75	0.2": 5.26



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP: 99273 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilzo822@hotmail.com



**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 :A.H. SAN VALENTIN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL  
**CLASIFICACION (SUCS)** :

#### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10			N° 40			N° 200			ENSAYO DE COMPACTACION		
	Pasa %						Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima			
LL	32.80	IP	17.22	Clasificación			ASSTHO	1.759	13.30			
Molde N°	1			2			3					
Altura Molde	17.8			17.8			17.85					
Diámetro Molde	15.1			15.14			15.14					
Altura disco Espaciador	5.01			5.01			5.01					
Diámetro disco espaciador	15.19			15.19			15.19					
Capas N°	5			5			5					
Golpes por capa N°	56			25			12					
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8860		8960		8760		8990		8460		8660	
Peso de molde (g)	4275		4275		4345		4345		4120		4120	
Peso del suelo húmedo (g)	4585		4785		4415		4645		4340		4540	
Volumen del molde (cm³)	2290		2290		2303		2303		2312		2312	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.002		2.089		1.917		2.017		1.878		1.964	
Recipiente (N°)	A		11		B		22		C		33	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	106.30		4785.90		108.50		4645.00		196.48		4540.00	
Peso Recipiente + suelo seco	96.30		4033.26		96.98		3879.06		173.21		3734.46	
Peso Recipiente	23.20		0.00		13.60		0.00		29.70		0.00	
Peso de agua (g)	10.00		751.74		11.52		765.94		23.27		805.54	
Peso de suelo seco (g)	73.10		4033.26		83.38		3879.06		143.51		3734.46	
Contenido de humedad (%)	13.68		18.64		13.82		19.75		16.21		21.57	
Densidad seca (g/cm³)	1.761		1.761		1.685		1.685		1.616		1.616	

#### DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	18	0.000	0.0	26	0.000	0.0	30	0.000	0.0
		24	23	0.127	0.1	28	0.051	0.0	35	0.127	0.1
		48	28	0.254	0.2	32	0.152	0.1	35	0.127	0.1
		72	35	0.432	0.4	38	0.305	0.3	39	0.229	0.2

#### C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0			0				0			
0.635	0.025		35.9			23.6				18.0			
1.270	0.050		62.3			32.8				23.9			
1.905	0.075		85.2			46.0				34.5			
2.540	0.100	70.456	101.2	101.5	7.4	79.8	69.5	5.1		56.4	48.2	3.5	
3.810	0.150		123.5			92.6				62.4			
5.080	0.200	105.68	136.0	136.0	6.7	113.2	112.4	5.5		86.9	86.1	4.2	



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 198374 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE :A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

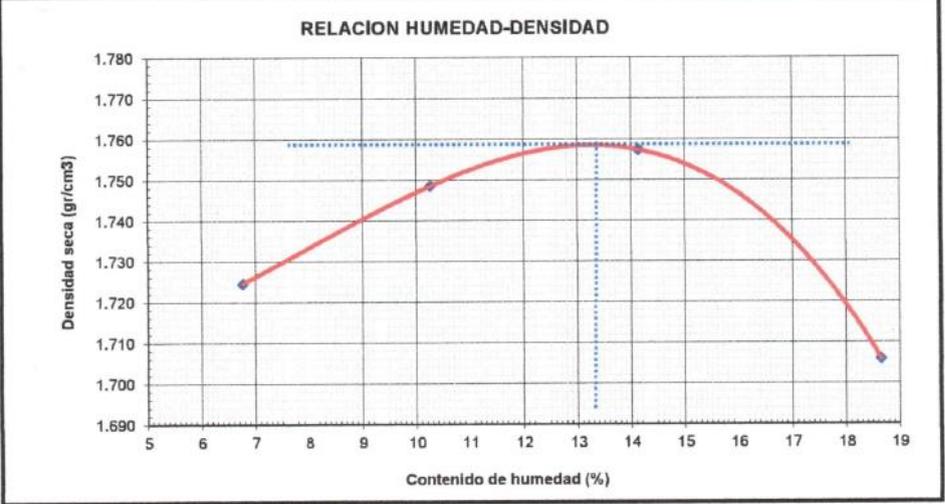
**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

Peso suelo + molde	gr	6850.00	7040.00	7210.00	7250.00
Peso molde	gr	2825.00	2825.00	2825.00	2825.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4025.00	4215.00	4385.00	4425.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.84	1.93	2.01	2.02
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	132.50	119.32	116.90	119.50
Peso del suelo seco + tara	gr	125.60	110.20	104.10	104.20
Peso de la Tara	gr	23.60	21.40	13.60	22.20
Peso de agua	gr	6.90	9.12	12.80	15.30
Peso del suelo seco	gr	102.00	88.80	90.50	82.00
Porcentaje de Humedad	%	6.76	10.27	14.14	18.66
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.725	1.749	1.757	1.706

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.759
Humedad óptima (%)	13.30



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 195373 - CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**REGISTRO**  
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**  
**LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN**  
ASTM D-2216 / ASTM D-422 / ASTM D4318

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**Ubicacion:** CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**Calicata:** C-03 **Fecha :** OCTUBRE DEL 2022

**Muestra:** M-1 **Profundidad muestra (m):** 0,0-1,50

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**LÍMITE LÍQUIDO**

Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	13	23	39
Recipiente No.	1	2	3
P <sub>1</sub>	22.11	9.02	8.53
P <sub>2</sub>	30.56	14.36	15.26
P <sub>3</sub>	28.30	13.00	13.60
P <sub>w</sub>	2.26	1.36	1.66
P <sub>s</sub>	6.19	3.98	5.07
W%	<b>36.51</b>	<b>34.17</b>	<b>32.74</b>

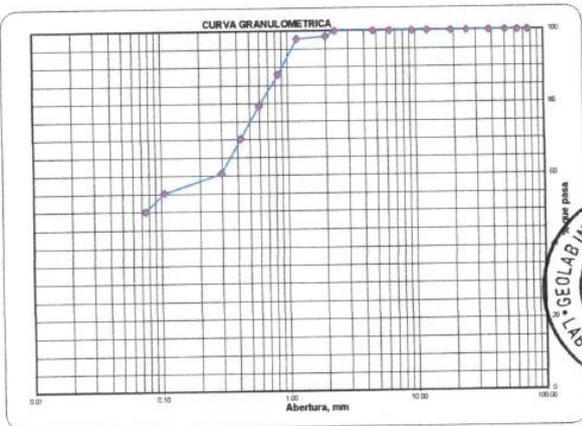
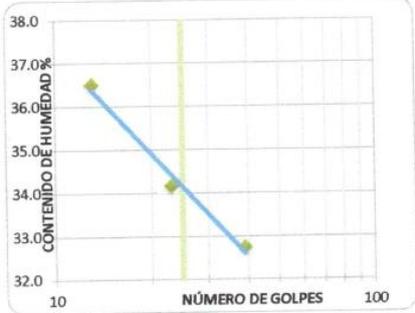
**GRADACIÓN**

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret. Acum	% Pasa
3"	76.20				100.00%
2 1/2"	63.500				100.00%
2"	50.800				100.00%
1 1/2"	38.100				100.00%
1"	25.400				100.00%
3/4"	19.050				100.00%
1/2"	12.500				100.00%
3/8"	9.500				100.00%
1/4"	6.350	0.00			100.00%
Nº 4	4.750	0.00			100.00%
Nº 8	2.360				100.00%
Nº 10	2.000	15.20	1.6%	1.6%	98.43%
Nº 16	1.190	5.60	0.6%	2.1%	97.85%
Nº 20	0.840	95.20	9.8%	12.0%	88.03%
Nº 30	0.595	84.75	8.7%	20.7%	79.28%
Nº 40	0.425	86.35	8.9%	29.6%	70.37%
Nº 50	0.297	94.27	9.7%	39.4%	60.64%
Nº 100	0.106	52.20	5.4%	44.7%	55.25%
Nº 200	0.075	49.50	5.1%	49.9%	50.15%
Pasa 200		485.90	50.1%	100.0%	0.00%
Total					

**LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente No.	4	5	6	Humedad Natural
P <sub>1</sub>	9.11	8.75	165.20	
P <sub>2</sub>	10.25	9.84	148.20	
P <sub>3</sub>	10.05	9.64	8.95	
P <sub>w</sub>	0.20	0.20	17.00	
P <sub>s</sub>	0.94	0.89	139.25	
W%	<b>21.28</b>	<b>22.47</b>	<b>12.21</b>	

P<sub>1</sub> = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g  
P<sub>2</sub> = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g  
P<sub>3</sub> = Peso Recipiente, en g      P<sub>w</sub> = P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>  
P<sub>w</sub> = Peso del Agua, en g      P<sub>s</sub> = P<sub>2</sub> - P<sub>3</sub>  
P<sub>s</sub> = Peso Suelo Seco, en g      w = (P<sub>w</sub> / P<sub>s</sub>) x 100  
W = Contenido de agua, en %



**RESULTADOS**

Límite Líquido	34.2	%	Gravas	0.00%
Límite Plástico	21.9	%	Arenas	49.85%
Índice Plástico	12.3	%	Finos	50.15%

**CLASIFICACIÓN**

Índice de Grupo 0  
A.A.S.H.T.O. A-6  
U.S.C. CL

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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195873 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wil:822@hotmail.com



### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

**ASTM D-1883**

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
: A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

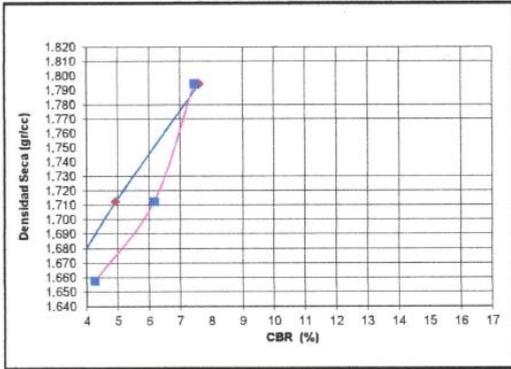
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

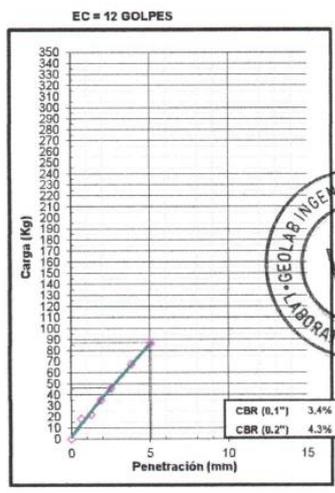
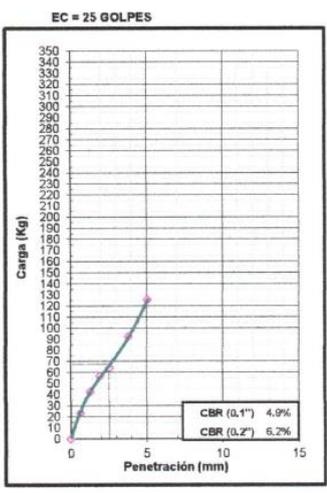
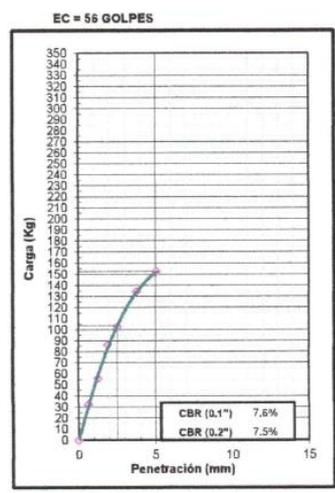
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL  
**CLASIFICACION (SUCS)** :

**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.80  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 15.60



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 7.66	0.2": 7.48
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 4.74	0.2": 6.00



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 15114 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
:A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL  
**CLASIFICACION (SUCS)** :

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION			
Pasa %							Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima	
LL	32.80	IP	17.22	Clasificación			ASSTHO	1.796	15.60	
Molde N°	1		2		3					
Altura Molde	17.8		17.8		17.85					
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14					
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01					
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19					
Capas N°	5		5		5					
Golpes por capa N°	56		25		12					
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	9060		9190		8920		9180		8590	8960
Peso de molde (g)	4275		4275		4345		4345		4120	4120
Peso del suelo húmedo (g)	4785		4915		4575		4835		4470	4840
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2290		2290		2303		2303		2312	2320
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.089		2.146		1.987		2.100		1.934	2.086
Recipiente (N°)	A		B		C		D		E	F
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	215.84		4915.00		231.18		4835.00		196.48	4840.00
Peso Recipiente + suelo seco	188.97		4110.40		203.22		3943.25		173.21	3846.32
Peso Recipiente	25.25		0.00		28.70		0.00		29.70	0.00
Peso de agua (g)	26.87		804.60		27.96		891.75		23.27	993.68
Peso de suelo seco (g)	163.72		4110.40		174.52		3943.25		143.51	3846.32
Contenido de humedad (%)	16.41		19.57		16.02		22.61		16.21	25.83
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.795		1.795		1.713		1.713		1.664	1.658

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	12	0.000	0.0	16	0.000	0.0	18	0.000	0.0
		24	18	0.152	0.1	25	0.228	0.2	32	0.356	0.3
		48	23	0.279	0.2	28	0.305	0.3	35	0.432	0.4
		72	26	0.356	0.3	30	0.356	0.3	35	0.432	0.4

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar Kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Lect. Dial	kg	% CBR	kg	% CBR		Lect. Dial	kg	% CBR	kg	% CBR		Lect. Dial	kg	% CBR	kg	% CBR	
0.000	0.000		0																
0.635	0.025		32.2						23.5					18.2					
1.270	0.050		56.2						42.6					22.4					
1.905	0.075		86.2						56.8					35.2					
2.540	0.100	70.455	102.8	103.8	7.6				64.2	67.3	4.9			45.9	46.3	3.4			
3.810	0.150		134.7						92.5					67.8					
5.080	0.200	105.68	152.6	152.5	7.5				125.7	126.1	6.2			86.9	87.3	4.3			

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

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





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE :A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

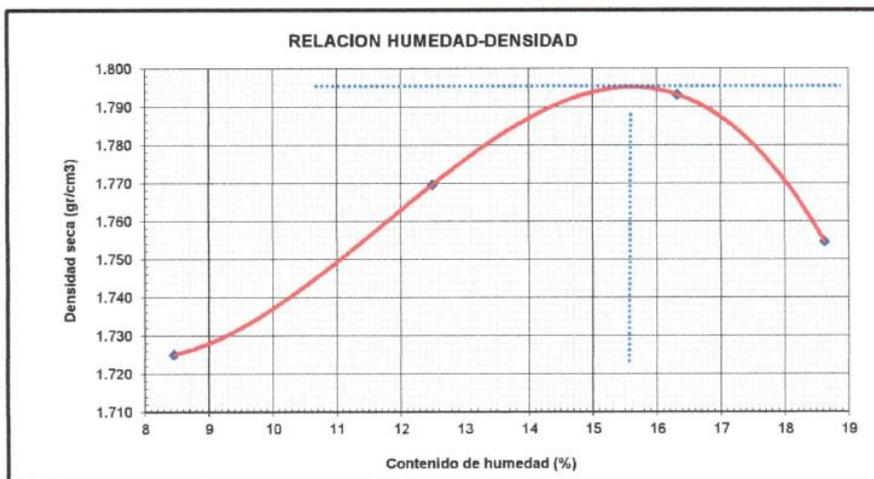
**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

Peso suelo + molde	gr	6890.00	7152.00	7360.00	7350.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4090.00	4352.00	4560.00	4550.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.87	1.99	2.09	2.08
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	152.30	174.41	194.21	165.32
Peso del suelo seco + tara	gr	141.85	157.50	170.21	142.85
Peso de la Tara	gr	18.28	22.20	23.20	22.20
Peso de agua	gr	10.45	16.91	24.00	22.47
Peso del suelo seco	gr	123.57	135.30	147.01	120.65
Porcentaje de Humedad	%	8.46	12.50	16.33	18.62
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.725	1.770	1.793	1.755

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.796
Humedad óptima (%)	15.60



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

Ing. Wilfredo J. Zelaya Santos  
CIP. 195573 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

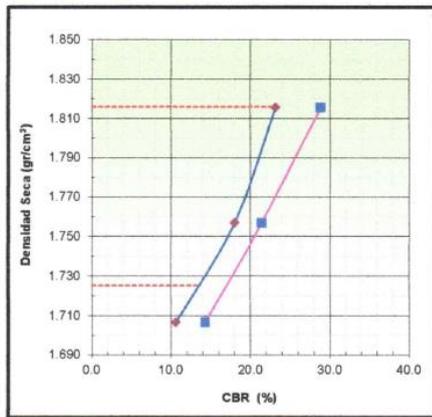
(NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>TESIS</b>	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5
<b>TESISTAS</b>	:A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022
<b>UBICACIÓN</b>	:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL
<b>FECHA</b>	:OCTUBRE DEL 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL  
**DOSIFICACION** : 1,0% DE CENIZA DE MAÍZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

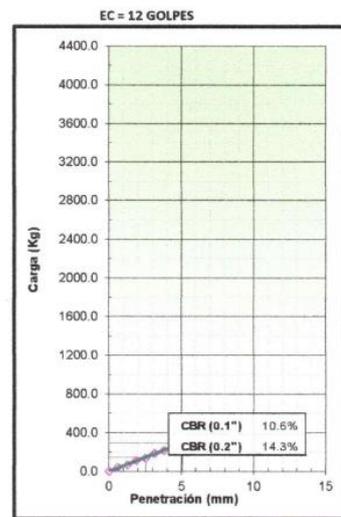
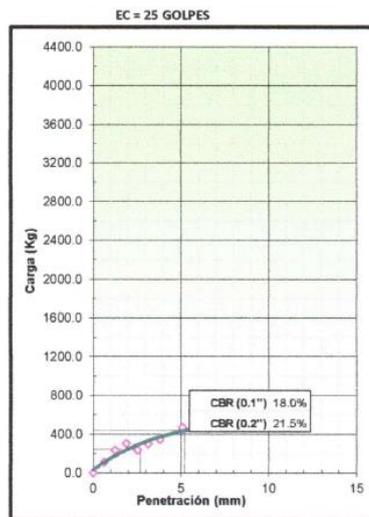
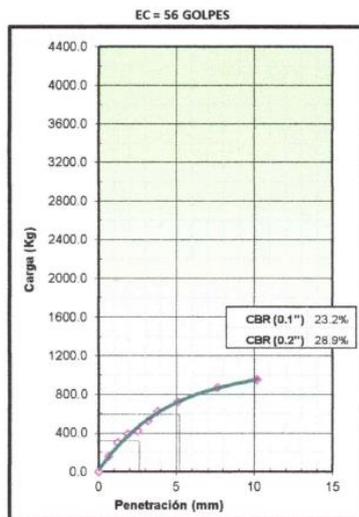


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.816  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 9.4  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.725

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	23.1	0.2":	28.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	13.6	0.2":	17.0

### RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 23.1 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13.6 (%)



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

Ing. Wilze J. Zelaya Santos  
 CIP. 19.273 CONSULTOR C-127794  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
: A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022  
TESISTAS : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL  
UBICACIÓN : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO  
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

MUESTRA : TERRENO NATURAL  
DOSIFICACION : 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

### COMPACTACION

Molde Nº	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10760.0	10895.0	11160.0	11380.0	10485.0	10852.0
Peso de molde (g)	6580.0	6580.0	7080.0	7080.0	6545.0	6545.0
Peso del suelo húmedo (g)	4180.0	4315.0	4080.0	4300.0	3940.0	4307.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2109.0	2109.0	2127.0	2127.0	2114.0	2114.0
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.982	2.046	1.918	2.039	1.864	2.042
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	102.3	431.50	113.8	430.00	131.6	430.70
Peso suelo seco + tara (g)	94.5	382.90	105.0	373.65	121.4	380.74
Peso de tara (g)	9.4	0.00	9.2	0.00	10.8	0.00
Peso de agua (g)	7.8	48.60	8.8	56.35	10.2	69.96
Peso de suelo seco (g)	85.1	382.90	95.8	373.65	110.6	380.74
Contenido de humedad (%)	9.2	12.69	9.2	15.08	9.2	19.39
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.816	1.816	1.757	1.757	1.706	1.706

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
0.00			0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
	24.00		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
	48.00		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
	72.00		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
	96.00		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0

### PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.635			156.9				110.5				41.2		
1.270			295.2				231.5				65.2		
1.905			385.6				303.6				111.0		
2.540	70.5		421.5	316.1	23.2		231.4	246.1	18.0		136.9	144.7	10.6
3.170			523.9				296.9				185.2		
3.810			621.4				345.7				216.9		
5.080	105.7		721.8	590.3	28.9		465.8	438.8	21.5		305.6	292.7	14.3
7.620			869.9				523.2				411.2		
10.160			952.3				596.3				496.8		

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

Ing. Wilze Santos  
CIP. 10075 CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





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

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



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

<b>TESIS</b>	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5
<b>TESISTAS</b>	:A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022
<b>UBICACIÓN</b>	:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL
<b>FECHA</b>	:CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO :OCTUBRE DEL 2022

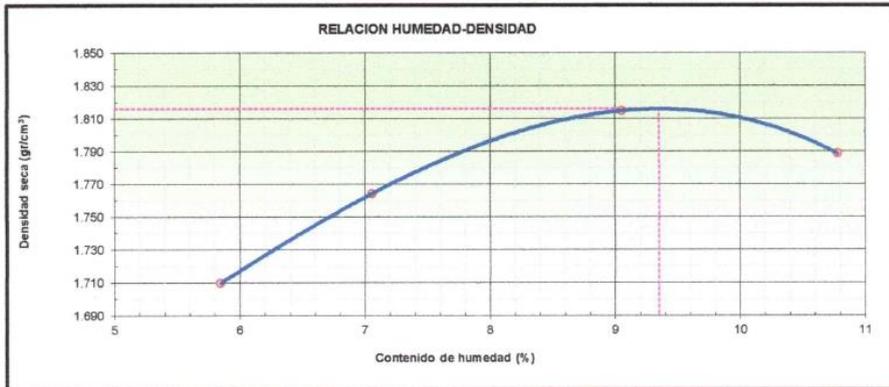
#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>MUESTRA</b>	: TERRENO NATURAL
<b>DOSIFICACION</b>	: 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	6420.0	6590.0	6785.0	6790.0	
Peso molde	gr	2520.0	2520.0	2520.0	2520.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3900.0	4070.0	4265.0	4270.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2155.0	2155.0	2155.0	2155.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.810	1.889	1.979	1.981	
Recipiente Nº		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.4	94.6	105.6	116.4	
Peso del suelo seco + tara	gr	119.0	89.0	97.6	106.0	
Tara	gr	10.2	9.6	9.3	9.9	
Peso de agua	gr	6.4	5.6	8.0	10.4	
Peso del suelo seco	gr	108.8	79.4	88.3	96.1	
Contenido de agua	%	5.85	7.06	9.06	10.78	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.710	1.764	1.815	1.789	

Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.816  
 Humedad óptima (%) : 9.4



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

Ing. Wilze J. Zelaya Santos  
 CIP. 157817 CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



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

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



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

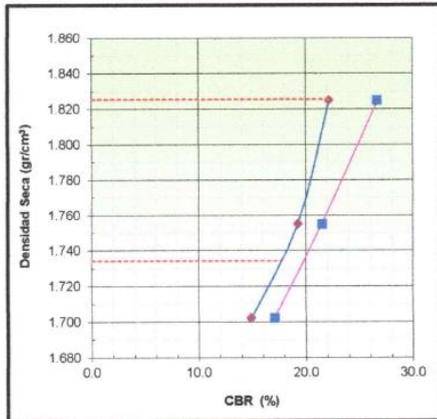
(NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5
TESISTAS	:A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022
UBICACIÓN	:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL
FECHA	:CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO :OCTUBRE DEL 2022

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: 03
MUESTRA	: 01
DOSIFICACION	: 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

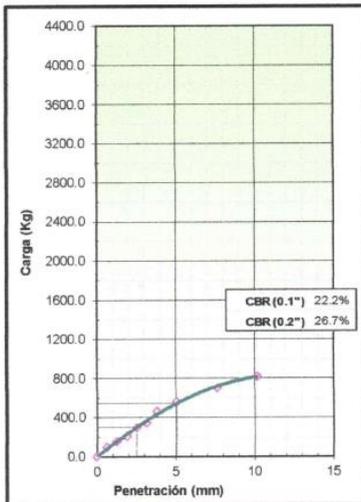


METODO DE COMPACTACION	:	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.825
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.734

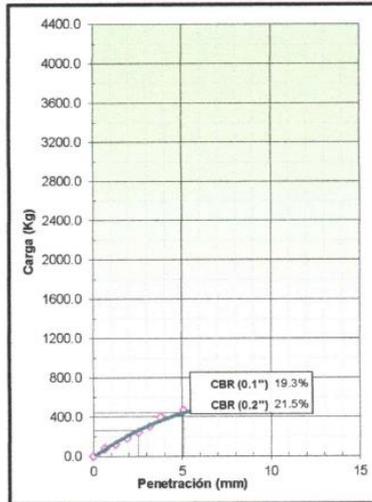
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	22.2	0.2":	26.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	17.7	0.2":	19.8

RESULTADOS:  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 22.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 17.7 (%)

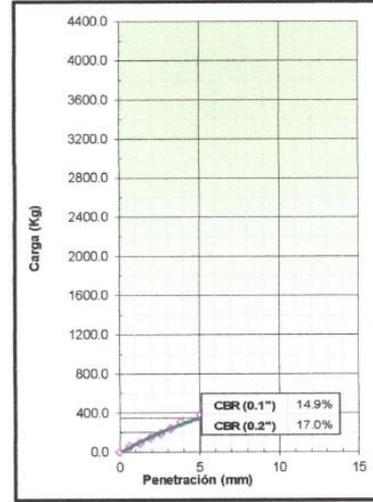
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



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

Ingeniero J. Zelaya Santos  
 CIP 12796 - CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





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

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



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5
TESISTAS	:A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022
UBICACIÓN	:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL
FECHA	:CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO :OCTUBRE DEL 2022
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
CALICATA	: 03
MUESTRA	: 01
DOSIFICACION	: 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

### COMPACTACION

Molde Nº	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	7499.0	7560.0	7686.0	7856.0	7195.0	7405.0
Peso de molde (g)	3250.0	3250.0	3610.0	3610.0	3245.0	3245.0
Peso del suelo húmedo (g)	4249.0	4310.0	4076.0	4246.0	3950.0	4160.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2126.9	2126.9	2125.9	2125.9	2119.5	2119.5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.998	2.026	1.917	1.996	1.864	1.956
Tara (Nº)	A	B	C	D	F	G
Peso suelo húmedo + tara (g)	95.6	431.00	121.5	424.60	102.4	416.00
Peso suelo seco + tara (g)	88.1	388.11	112.0	373.09	94.3	380.79
Peso de tara (g)	9.0	0.0	9.5	0.0	9.3	0.0
Peso de agua (g)	7.5	42.9	9.5	51.5	8.1	55.2
Peso de suelo seco (g)	79.1	388.1	102.5	373.1	85.0	360.8
Contenido de humedad (%)	9.5	11.1	9.3	13.8	9.5	15.3
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.825	1.825	1.755	1.755	1.702	1.702

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0									
		24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
		48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
		72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
		96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0

### PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0.0			0.0				0.0			
0.635			98.6			78.9				56.9			
1.270			156.3			123.6				89.7			
1.905			211.5			185.7				142.6			
2.540	70.5		296.8	302.5	22.2	246.0	262.7	19.3		189.7	202.9	14.9	
3.170			344.2			303.5				242.5			
3.810			465.8			398.5				303.6			
5.080	105.7		562.9	545.5	26.7	465.9	439.7	21.5		375.2	348.7	17.0	
7.620			701.2			511.2				411.5			
10.160			822.3			596.8				488.9			

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

*Imanol J. Zelaya Santos*  
C-127796 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 97 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

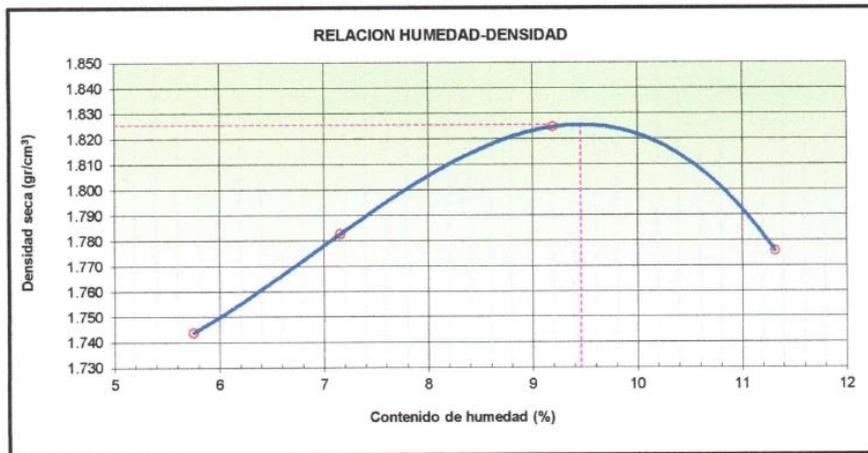
**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
 :A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022  
**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL  
**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO  
**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

**CALICATA** : 03  
**MUESTRA** : 01  
**DOSIFICACION** : 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**METODO DE COMPACTACION** : C

Peso suelo + molde	gr	10211.0	10350.0	10523.0	10490.0	
Peso molde	gr	6329.0	6329.0	6329.0	6329.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3882.0	4021.0	4194.0	4161.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2105.0	2105.0	2105.0	2105.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.844	1.910	1.992	1.977	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	518.20	511.36	505.36	512.40	
Peso del suelo seco + tara	gr	490.00	477.20	462.80	460.30	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	28.2	34.2	42.6	52.1	
Peso del suelo seco	gr	490.0	477.2	462.8	460.3	
Contenido de agua	%	5.76	7.16	9.20	11.32	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.744	1.783	1.825	1.776	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.825
					Humedad óptima (%)	9.5



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

Ingeniero Wilson J. Zelaya Santos  
 D.P. 123373 - CONSULTOR C-122796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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



Oficina: P.J. 63 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbo - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

### TESIS

MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
 :A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

### TESISTAS

:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

### UBICACIÓN

:CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

### FECHA

:OCTUBRE DEL 2022

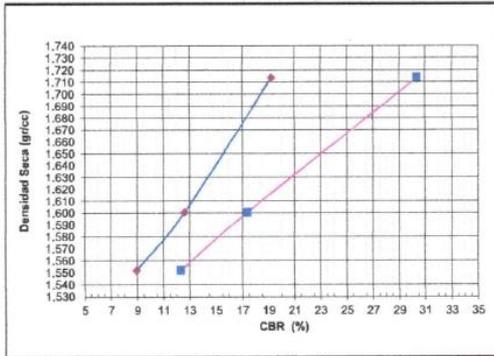
DOSIFICACION : 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

CLASIFICACION (SUCS) : SP

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

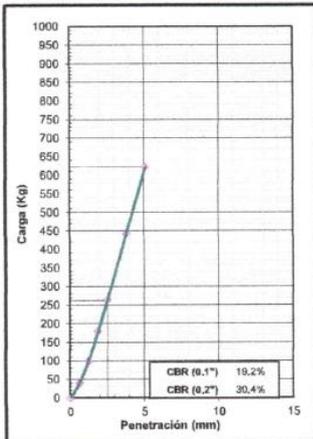
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.71

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 15.00

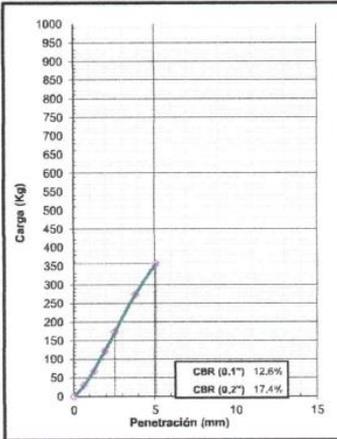


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0,1": 19,01	0,2": 29,88
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0,1": 14,22	0,2": 20,01

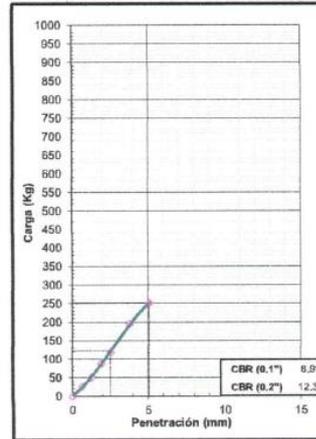
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



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

Ing. Víctor J. Zelaya Santos  
 CIP. 18.274 - CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com



**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 :A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESTISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**POSIFICACION** : 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %							Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	32.80	IP	17.22	Clasificación			ASSTHO	1.716	15.00

Molde N°	1		2		3							
Altura Molde	17.6		17.6		17.60							
Diametro Molde	15		15		15							
Altura disco Espaciador	5.08		5.08		5.08							
Diametro disco espaciador	15.02		15.02		15.02							
Capas N°	5		5		5							
Golpes por capa N°	56		25		12							
Condición de la muestra	Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	7590		7620		7685		7775		7295		7340	
Peso de molde (g)	3255		3255		3610		3610		3260		3260	
Peso del suelo húmedo (g)	4335		4365		4075		4165		3945		4080	
Volumen del molde (cm³)	2212		2212		2212		2212		2212		2212	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.959		1.973		1.842		1.883		1.783		1.844	
Recipiente (N°)	A		11		B		22		C		33	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	102.24		4365.00		122.70		4165.00		132.93		4080.00	
Peso Recipiente + suelo seco	80.60		3792.19		107.90		3541.19		116.85		3433.68	
Peso Recipiente	9.28		0.00		9.72		0.00		9.64		0.00	
Peso de agua (g)	11.64		572.81		14.80		623.81		15.98		646.32	
Peso de suelo seco (g)	81.32		3792.19		98.18		3541.19		107.31		3433.68	
Contenido de humedad (%)	14.31		15.10		15.07		17.62		14.89		18.82	
Densidad seca (g/cm³)	1.714		1.714		1.601		1.601		1.552		1.552	

### DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

### C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0			0				0				
0.635	0.025		39.9			29.6				25.5				
1.270	0.050		99.5			67.8				51.7				
1.905	0.075		180.5			121.5				87.9				
2.540	0.100	70.455	264.3	262.1	19.2	173.7	172.0	12.6		118.5	121.8	8.9		
3.810	0.150		442.6			274.2				196.3				
5.080	0.200	105.68	621.8	621.1	30.4	356.4	355.9	17.4		251.7	252.2	12.3		

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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 35277 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wtl:e822@hotmail.com



### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CA  
:A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

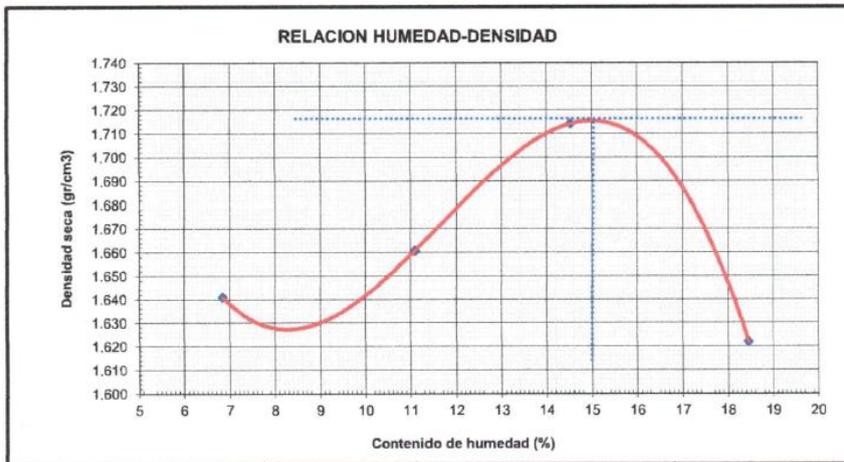
**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

DOSIFICACION : 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	5860.00	6035.00	6260.00	6180.00
Peso molde	gr	2520.00	2520.00	2520.00	2520.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3340.00	3515.00	3740.00	3660.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	1905.00	1905.00	1905.00	1905.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.75	1.85	1.96	1.92
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	83.08	124.43	131.94	98.43
Peso del suelo seco + tara	gr	78.30	112.93	116.43	86.54
Peso de la Tara	gr	8.45	9.31	9.72	22.09
Peso de agua	gr	4.78	11.50	15.51	11.89
Peso del suelo seco	gr	69.85	103.62	106.71	64.45
Porcentaje de Humedad	%	6.84	11.10	14.53	18.45
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.641	1.661	1.714	1.622

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.716
Humedad óptima (%)	15.00



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

Ing. Wilfredo J. Zelaya Santos  
CIP. 192372 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M: B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**ASTM D-1883**

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

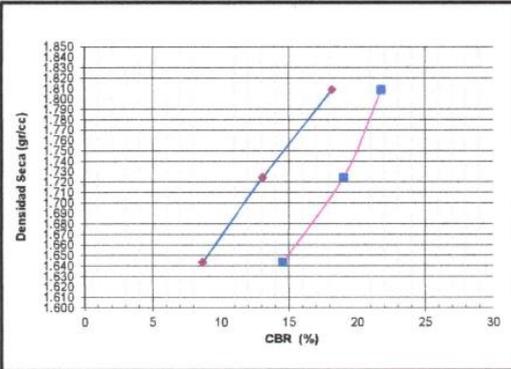
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

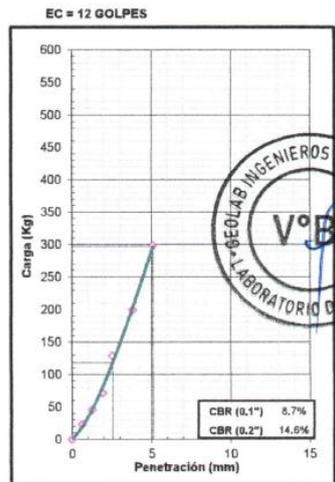
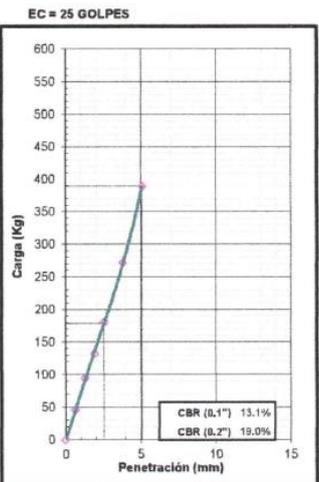
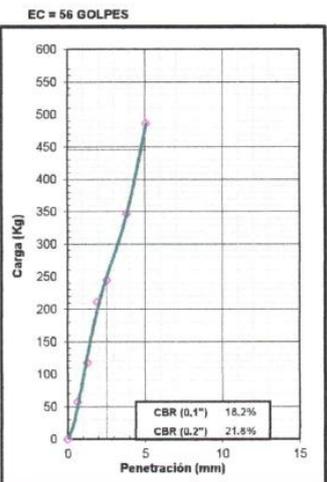
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.81  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 12.50

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 18.10	0.2": 21.78
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 12.69	0.2": 16.70



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

Ing. Wilze J. Zelaya Santos  
CIP. INGENIERO CONSULTOR C-127796  
ESPECIALIDAD: MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10			N° 40			N° 200			ENSAYO DE COMPACTACION		
	Pasa %								Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima	
LL	NP	IP	NP	Clasificación			ASSTHO			1.808	12.50	

Molde N°	1		2		3							
	Altura Molde	17.8		17.8		17.85						
Diámetro Molde	15.1		15.14		15.14							
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01							
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19							
Capas N°	5		5		5							
Golpes por capa N°	56		25		12							
Condición de la muestra	Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	7911	8050	8079	8250	7965	8180						
Peso de molde (g)	3250	3250	3610	3610	3690	3690						
Peso del suelo húmedo (g)	4661	4800	4469	4640	4275	4500						
Volumen del molde (cm³)	2290	2290	2303	2303	2312	2312						
Densidad húmeda (g/cm³)	2.035	2.096	1.941	2.015	1.849	1.946						
Recipiente (N°)	A		B		C		D		E		F	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	131.50	4800.00	146.40	4640.00	137.15	4500.00						
Peso Recipiente + suelo seco	120.03	4142.51	132.70	3971.64	124.53	3799.87						
Peso Recipiente	28.38	0.00	23.30	0.00	23.60	0.00						
Peso de agua (g)	11.47	657.49	13.70	668.36	12.62	700.13						
Peso de suelo seco (g)	81.64	4142.51	108.40	3971.64	100.93	3799.87						
Contenido de humedad (%)	12.52	15.87	12.52	16.83	12.50	18.42						
Densidad seca (g/cm³)	1.809	1.809	1.725	1.725	1.644	1.644						

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración		Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm.	pulg.		Lect. Dial	kg	kg	%CBR	Lect. Dial	kg	kg	%CBR	Lect. Dial	kg	kg	%CBR
0.000	0.000			0				0				0		
0.635	0.025			57.6				45.9				23.4		
1.270	0.050			117.8				94.8				45.9		
1.905	0.075			211.2				132.4				72.2		
2.540	0.100	70.455		244.9	247.7	18.2		181.2	178.5	13.1		129.0	118.2	8.7
3.810	0.150			346.4				271.3				200.0		
5.080	0.200	105.68		486.3	445.9	21.8		389.2	389.0	19.0		298.5	297.6	14.6



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

Ing. Wilfredo Zelaya Santos  
CIP. 19359 CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

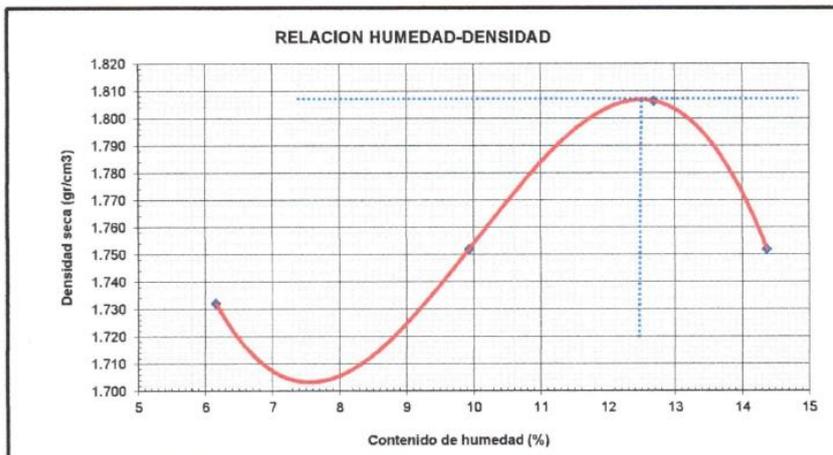
**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6820.00	7010.00	7250.00	7180.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4020.00	4210.00	4450.00	4380.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.84	1.93	2.04	2.00
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	104.29	115.60	109.40	170.45
Peso del suelo seco + tara	gr	99.60	107.20	99.69	152.20
Peso de la Tara	gr	23.50	22.60	23.20	25.17
Peso de agua	gr	4.69	8.40	9.71	18.25
Peso del suelo seco	gr	76.10	84.60	76.49	127.03
Porcentaje de Humedad	%	6.16	9.93	12.69	14.37
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.732	1.752	1.806	1.752

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.808
Humedad óptima (%)	12.50



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

Ing. *[Signature]* Zelaya Santos  
C.O. INGENIEROS CONSULTORES D-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL.

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %							Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	NP	IP	NP	Clasificación			ASSTHO	1.784	9.60

	1		2		3	
	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado
Molde N°						
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diámetro Molde	15.1		15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01	
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso húmedo de la probeta + molde (g)	7730	7950	7940	8160	7890	8120
Peso de molde (g)	3250	3250	3610	3610	3690	3690
Peso del suelo húmedo (g)	4480	4700	4330	4550	4200	4430
Volumen del molde (cm³)	2290	2290	2303	2303	2312	2312
Densidad húmeda (g/cm³)	1.956	2.052	1.881	1.976	1.817	1.916
Recipiente (N°)	A	11	B	22	C	33
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	104.80	4760.00	128.43	4550.00	130.20	4430.00
Peso Recipiente + suelo seco	98.10	4087.17	119.30	3947.45	119.98	3831.87
Peso Recipiente	28.39	0.00	25.09	0.00	13.60	0.00
Peso de agua (g)	6.70	612.83	9.13	602.55	10.22	598.13
Peso de suelo seco (g)	69.71	4087.17	94.21	3947.45	106.38	3831.87
Contenido de humedad (%)	9.61	14.99	9.69	15.26	9.61	15.61
Densidad seca (g/cm³)	1.784	1.784	1.744	1.714	1.658	1.658

### DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

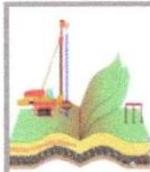
### C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0			0				0				
0.635	0.025		46.0			35.1				23.5				
1.270	0.050		101.6			72.9				46.2				
1.905	0.075		158.1			125.3				95.6				
2.540	0.100	70.455	243.9	219.1	16.1	180.4	171.4	12.6		142.8	135.7	10.0		
3.810	0.150		292.8			244.0				198.3				
5.080	0.200	105.68	369.9	364.9	17.8	294.7	292.2	14.3		223.4	221.2	10.8		



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

Ing. Zelaya Santos  
CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



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

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

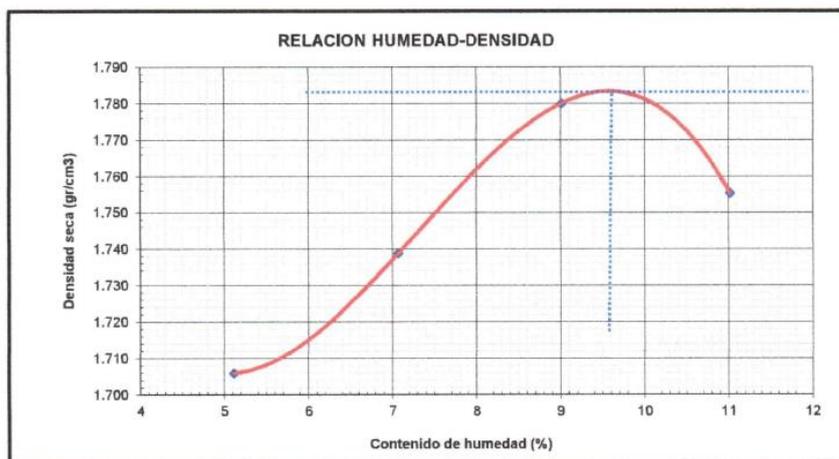
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE F. EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022  
 TESISTAS : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL  
 UBICACIÓN : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022  
 MUESTRA : TERRENO NATURAL  
 DOSIFICACIÓN : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6720.00	6870.00	7042.00	7060.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3920.00	4070.00	4242.00	4260.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.79	1.86	1.94	1.95
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.32	123.50	120.30	134.20
Peso del suelo seco + tara	gr	120.30	116.72	112.15	123.45
Peso de la Tara	gr	22.13	20.86	21.74	25.88
Peso de agua	gr	5.02	6.78	8.15	10.75
Peso del suelo seco	gr	98.17	95.86	90.41	97.57
Porcentaje de Humedad	%	5.11	7.07	9.01	11.02
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.706	1.739	1.780	1.755

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.784
Humedad óptima (%)	9.60



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

Ing. *[Signature]* J. Zelaya Santos  
 CIP: 127796 - INGENIERO C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO,  
EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**MODIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAÍZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10			N° 40			N° 200			ENSAYO DE COMPACTACION		
	Pasa %								Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima	
LL	NP	IP	NP	Clasificación			ASSTHO			1.808	12.50	

Molde N°	1		2		3							
Altura Molde	17.8		17.8		17.85							
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14							
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01							
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19							
Capas N°	5		5		5							
Golpes por capa N°	56		25		12							
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	7810		8050		8080		8250		7960		8190	
Peso de molde (g)	3250		3250		3610		3610		3690		3690	
Peso del suelo húmedo (g)	4660		4800		4470		4640		4270		4500	
Volumen del molde (cm³)	2290		2290		2303		2303		2312		2312	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.035		2.096		1.941		2.015		1.847		1.946	
Recipiente (N°)	A		11		B		22		C		33	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	121.40		4800.00		136.30		4640.00		126.30		4500.00	
Peso Recipiente + suelo seco	111.80		4138.94		123.70		3971.58		114.80		3796.02	
Peso Recipiente	28.39		0.00		23.30		0.00		23.68		0.00	
Peso de agua (g)	10.40		661.06		12.60		668.42		11.40		703.98	
Peso de suelo seco (g)	82.61		4138.94		100.40		3971.58		81.30		3796.02	
Contenido de humedad (%)	12.59		15.97		12.55		16.83		12.49		18.55	
Densidad seca (g/cm³)	1.807		1.807		1.725		1.725		1.642		1.642	

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°							
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION				
		Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR		
0.000	0.000	0	0				0	0				0	0				0	0			
0.635	0.025	18	57.2				15	45.9				9	23.4				9	23.4			
1.270	0.050	34	117.2				28	94.7				15	45.9				15	45.9			
1.905	0.075	56	211.1				38	132.3				22	72.2				22	72.2			
2.540	0.100	70.455	244.9	247.7	18.2		51	181.1	180.1	13.2		37	128.5	118.0	8.7		37	128.5	118.0	8.7	
3.810	0.150		346.4				75	271.2				56	199.9				56	199.9			
5.080	0.200	105.68	447.8	445.9	21.8		101	368.9	369.0	18.0		82	297.5	296.7	14.5		82	297.5	296.7	14.5	

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

Ing. Wilfredo Melara Santos  
C.P. 15200 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wüze822@hotmail.com



### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

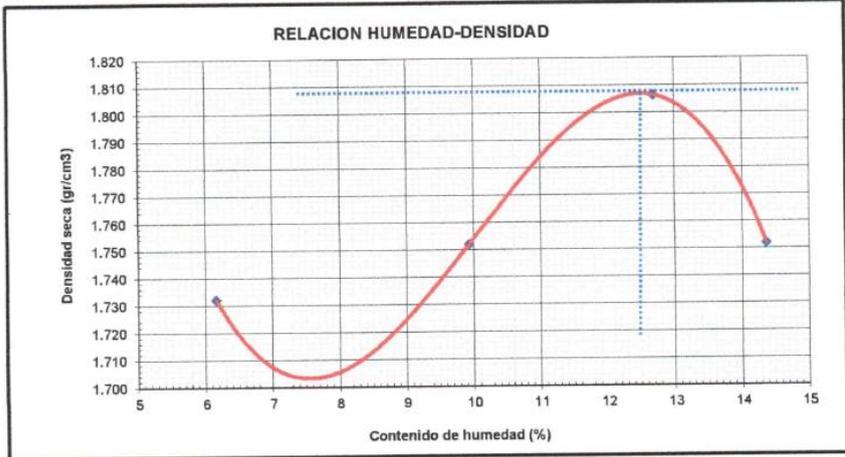
**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6820.00	7010.00	7250.00	7180.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4020.00	4210.00	4450.00	4380.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.84	1.93	2.04	2.00
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	104.29	115.60	109.40	170.45
Peso del suelo seco + tara	gr	99.60	107.20	99.69	152.20
Peso de la Tara	gr	23.50	22.60	23.20	25.17
Peso de agua	gr	4.69	8.40	9.71	18.25
Peso del suelo seco	gr	76.10	84.60	76.49	127.03
Porcentaje de Humedad	%	6.16	9.93	12.69	14.37
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.732	1.752	1.806	1.752
		<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>			<b>1.808</b>
		<i>Humedad óptima (%)</i>			<b>12.50</b>



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

Ing. [Signature] Zelaya Santos  
C.O.P.E.C. - CONSULTOR C-127795  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilco822@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D-1883**

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

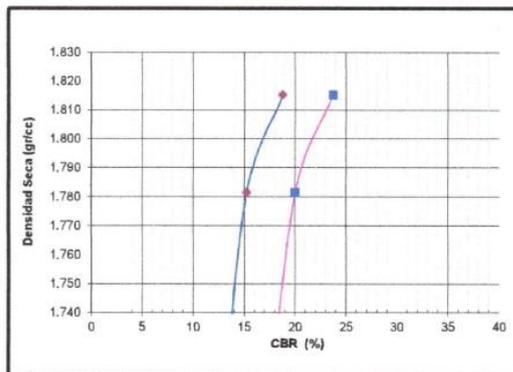
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

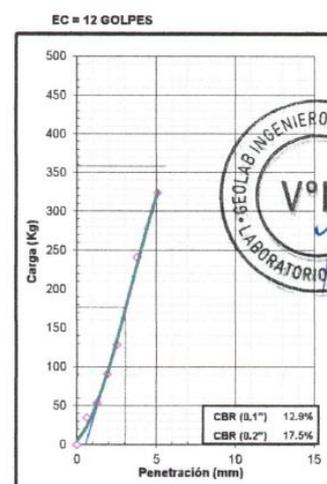
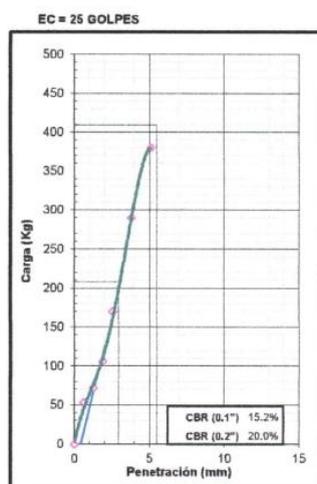
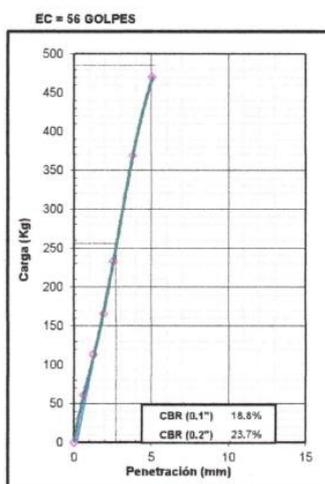
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.82  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 8.20

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 18.83	0.2": 23.77
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 12.74	0.2": 17.37



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

Ing. Wilco L. Delgado Santos  
CIP. 19330 - CONSULTOR C-127795  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO,  
EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** :TERRENO NATURAL.

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
	LL	NP	IP	NP	Clasificación	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima	
						ASSTHO	1,816	9,20	
Molde N°									
Altura Molde									
Diametro Molde									
Altura disco Espaciador									
Diametro disco espaciador									
Capas N°									
Golpes por capa N°									
Condición de la muestra									
Peso húmedo de la probeta + molde (g)									
Peso de molde (g)									
Peso del suelo húmedo (g)									
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )									
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )									
Recipiente (N°)									
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)									
Peso Recipiente + suelo seco									
Peso Recipiente									
Peso de agua (g)									
Peso de suelo seco (g)									
Contenido de humedad (%)									
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )									

### DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
			0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		24	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		48	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		72	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0

### C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar Kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	
0,000	0,000	0	0			0	0			0	0			
0,635	0,025	19	60,9			17	53,4			12	34,6			
1,270	0,050	33	113,5			22	72,2			17	53,4			
1,905	0,075	47	166,1			31	106,0			27	91,0			
2,540	0,100	70,455	233,7	256,4	18,8	46	169,8	207,5	15,2	37	126,5	176,4	12,9	
3,810	0,150		101	368,9		80	290,0			67	241,2			
5,080	0,200	105,68	128	470,3	485,3	23,7	104	380,2	409,3	20,0	89	323,8	358,1	17,5

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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
C-15-273 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 97 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

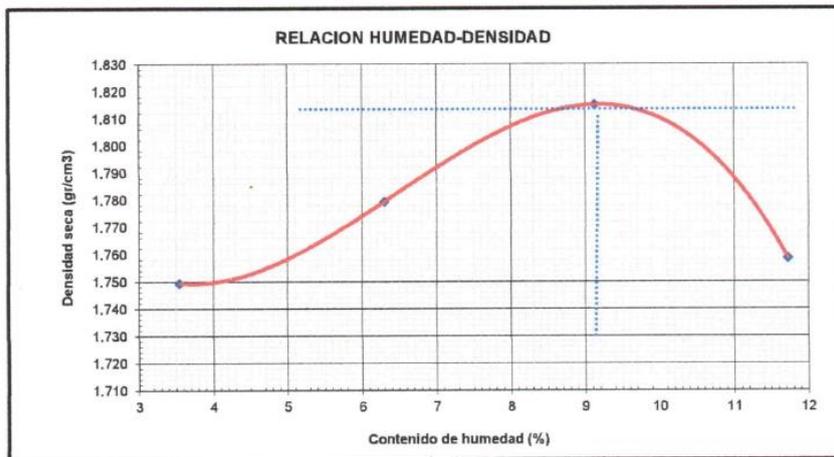
**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6760.00	6935.00	7130.00	7095.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3960.00	4135.00	4330.00	4295.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.81	1.89	1.98	1.96
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	139.48	130.69	135.48	143.12
Peso del suelo seco + tara	gr	135.48	124.33	126.12	130.56
Peso de la Tara	gr	22.65	23.42	23.55	23.46
Peso de agua	gr	4.00	6.36	9.36	12.56
Peso del suelo seco	gr	112.83	100.91	102.57	107.10
Porcentaje de Humedad	%	3.55	6.30	9.13	11.73
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.750	1.779	1.815	1.759

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.816
Humedad óptima (%)	9.20



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

Ing. Wilze J. Zelaya Santos  
CIP. 19327 - CONSULTOR C-127794  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: W1ze822@hotmail.com



### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

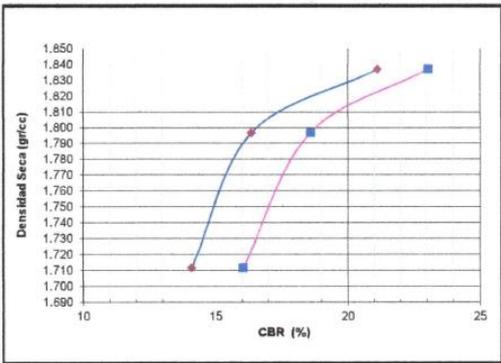
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

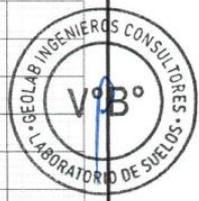
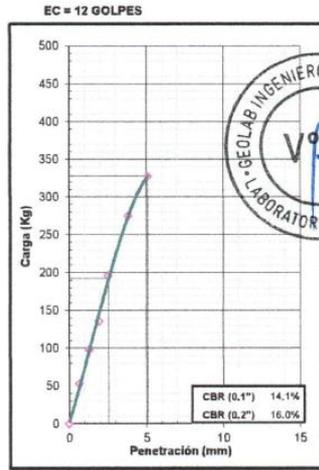
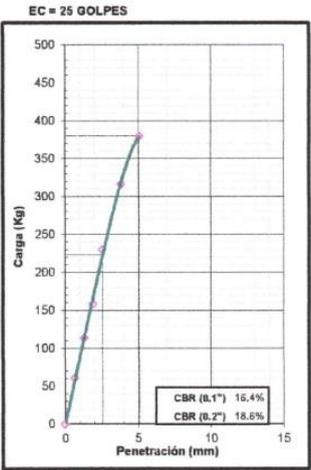
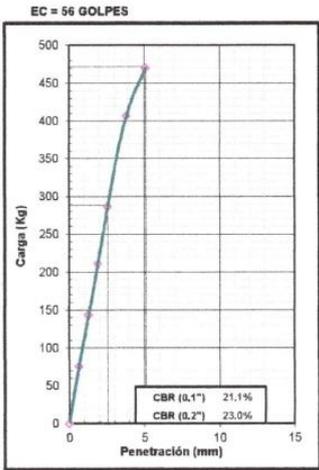
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.84  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 9.80

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 21.24	0.2": 23.23
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 13.72	0.2": 16.01



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 WILSON DE LA ROSA SANTOS  
 CIP. 19 530 - INGENIERO C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail. Wilze822@hotmail.com



**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10			N° 40			N° 200			ENSAYO DE COMPACTACION		
	Pasa %	NP	IP	NP	Clasificación	NP	Clasificación	NP	Clasificación	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL										ASSTHO	1,838	9,80
Molde N°	1			2			3					
Altura Molde	17,8			17,8			17,85					
Diámetro Molde	15,1			15,14			15,14					
Altura disco Espaciador	5,01			5,01			5,01					
Diámetro disco espaciador	15,19			15,19			15,19					
Capas N°	5			5			5					
Golpes por capa N°	56			25			12					
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8250		8490		7790		8047		8250		8557	
Peso de molde (g)	3630		3630		3250		3250		3910		3910	
Peso del suelo húmedo (g)	4620		4860		4540		4797		4340		4647	
Volumen del molde (cm³)	2290		2290		2303		2303		2312		2312	
Densidad húmeda (g/cm³)	2,017		2,122		1,972		2,083		1,878		2,010	
Recipiente (N°)	A		11		B		22		C		33	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	155,26		4860,00		126,39		4797,00		156,21		4647,00	
Peso Recipiente + suelo seco	143,50		4207,84		117,30		4137,34		180,50		3956,87	
Peso Recipiente	23,44		0,00		23,99		0,00		18,25		0,00	
Peso de agua (g)	11,76		652,16		9,09		659,66		15,71		690,13	
Peso de suelo seco (g)	120,06		4207,84		93,40		4137,34		182,25		3956,87	
Contenido de humedad (%)	9,80		15,50		9,73		15,94		9,68		17,44	
Densidad seca (g/cm³)	1,837		1,837		1,797		1,797		1,712		1,712	

### DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		24	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		48	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		72	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0

### C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar	Carga Kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0,000	0,000		0	0			0	0			0	0		
0,635	0,025		23	75,9			19	60,9			17	53,4		
1,270	0,050		41	143,5			33	113,5			29	98,5		
1,905	0,075		59	211,1			45	158,6			39	136,0		
2,540	0,100	70,455	79	286,3	288,1	21,1	84	229,9	223,0	16,4	55	196,1	192,2	14,1
3,810	0,150		111	406,5			87	316,3			76	275,0		
5,080	0,200	105,68	128	470,3	471,4	23,0	104	380,2	380,3	18,6	90	327,6	328,1	

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

Ing. Wilfredo Sotelo Santos  
CIP. 15737 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA





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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

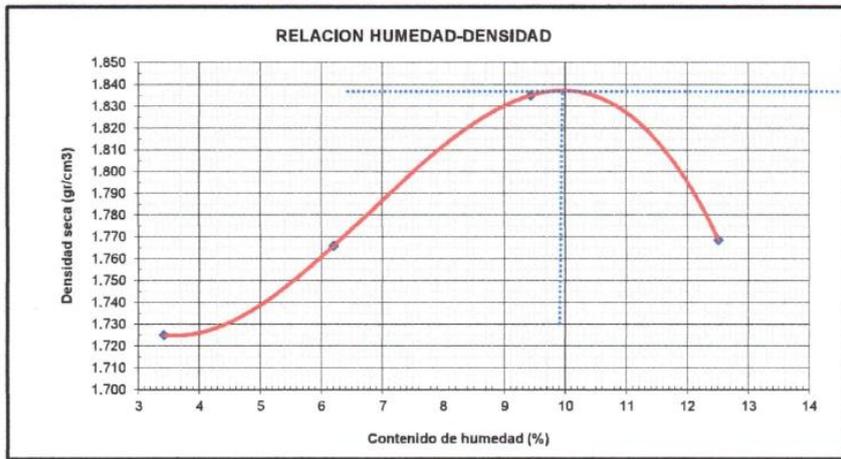
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6700.00	6900.00	7190.00	7150.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3900.00	4100.00	4390.00	4350.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.78	1.88	2.01	1.99
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	154.36	182.54	192.54	202.15
Peso del suelo seco + tara	gr	150.00	173.20	178.00	182.36
Peso de la Tara	gr	22.56	22.74	23.95	24.21
Peso de agua	gr	4.36	9.34	14.54	19.79
Peso del suelo seco	gr	127.44	150.46	154.05	158.15
Porcentaje de Humedad	%	3.42	6.21	9.44	12.51
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.725	1.766	1.835	1.769

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.838
Humedad óptima (%)	9.80



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
 Ing. Wilze Santos  
 CIP. 19455 CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHNIA



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

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

Oficina: P.J. 63 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

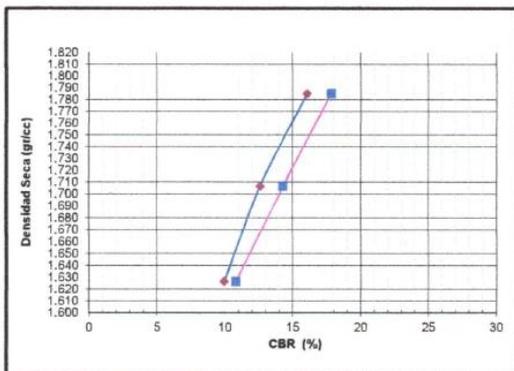
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

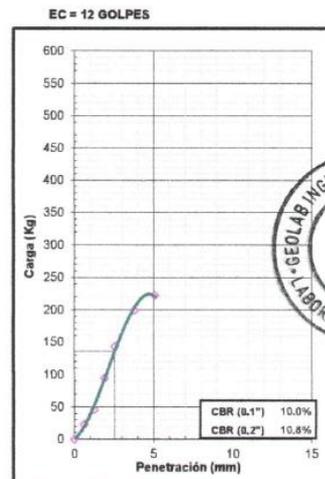
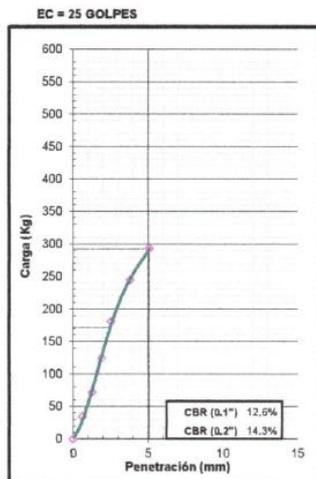
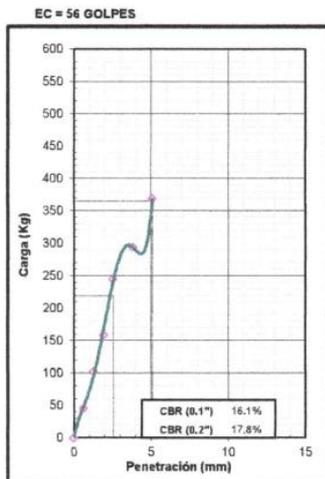
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.78  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.90

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	16.01	0.2"	17.83
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.12	0.2"	13.80



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

Ing. Wilze822, Zelaya Santos  
C.P. 1827796 CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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



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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

### ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %							Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	NP	IP	NP	Clasificación			ASSTHO	1.784	11.90

Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17,8		17,8		17,85	
Diámetro Molde	15,1		15,14		15,14	
Altura disco Espaciador	5,01		5,01		5,01	
Diámetro disco espaciador	15,19		15,19		15,19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	7820	7950	7840	8160	7890	8120
Peso de molde (g)	3250	3250	3610	3610	3690	3690
Peso del suelo húmedo (g)	4570	4700	4230	4550	4200	4430
Volumen del molde (cm³)	2290	2290	2303	2303	2312	2312
Densidad húmeda (g/cm³)	1.995	2.052	1.837	1.976	1.817	1.916
Recipiente (N°)	A	11	B	22	C	33
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	196,30	4790,00	128,43	4550,00	126,30	4430,00
Peso Recipiente + suelo seco	98,10	4089,01	121,10	3929,96	114,50	3760,25
Peso Recipiente	28,39	0,00	25,09	0,00	13,60	0,00
Peso de agua (g)	8,20	610,99	7,33	620,04	11,80	669,75
Peso de suelo seco (g)	89,71	4089,01	96,01	3929,96	100,90	3760,25
Contenido de humedad (%)	11,76	14,94	7,63	15,78	11,69	17,81
Densidad seca (g/cm³)	1.785	1.785	1.707	1.707	1.627	1.627

### DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		24	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		48	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		72	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0

### C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°												
		MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°				
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm.	pulg.	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	
0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,635	0,025	15	45,9			12	34,6			9	23,4			
1,270	0,050	30	102,2			22	72,2			15	45,9			
1,905	0,075	45	158,6			36	124,8			28	94,7			
2,540	0,100	70,455	88	244,9	219,1	16,1	51	181,1	171,4	12,6	41	143,5	135,7	10,0
3,810	0,150		81	293,8			88	244,9			56	199,9		
5,080	0,200	105,88	101	368,9	364,9	17,8	81	293,8	292,2	14,3	62	222,4	221,2	10,8



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

Ing. Wilze Melaya Santos  
CIP. 16373 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

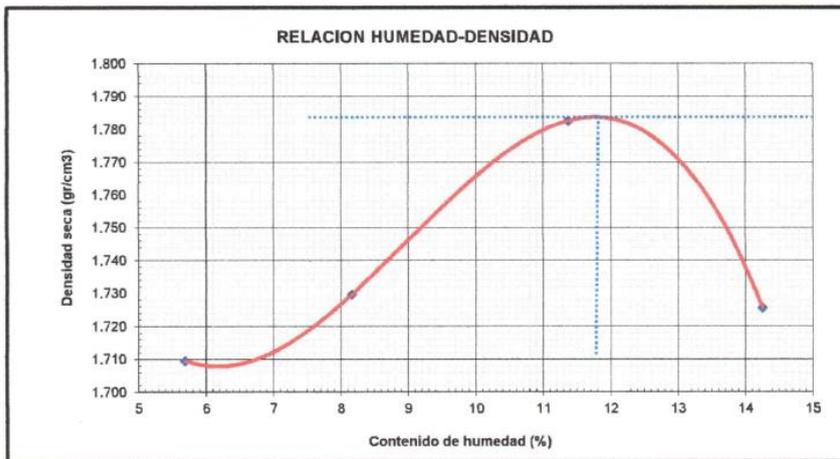
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

TESIS : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE F  
 EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022  
 TESISTAS : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL  
 UBICACIÓN : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022  
 MUESTRA : TERRENO NATURAL  
 DOSIFICACION : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6750.00	6890.00	7140.00	7110.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3950.00	4090.00	4340.00	4310.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.81	1.87	1.99	1.97
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	115.32	120.74	125.83	129.19
Peso del suelo seco + tara	gr	110.30	113.20	115.20	116.30
Peso de la Tara	gr	22.13	20.86	21.74	25.88
Peso de agua	gr	5.02	7.54	10.63	12.89
Peso del suelo seco	gr	88.17	92.34	93.46	90.42
Porcentaje de Humedad	%	5.69	8.17	11.37	14.26
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.710	1.730	1.783	1.726

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.784
Humedad óptima (%)	11.90



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

Ing. Willy P. Zelaya Santos  
 CIP. 15323 - CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz@822@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**ASTM D-1883**

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

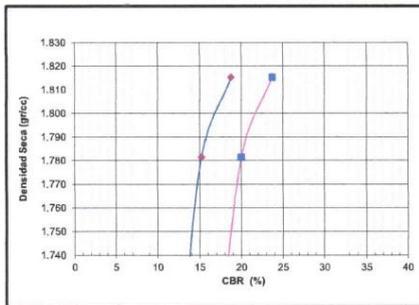
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

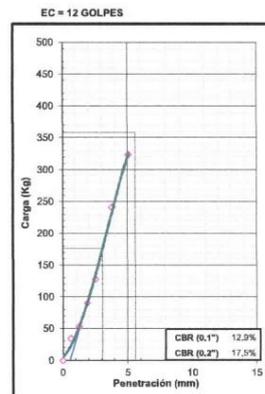
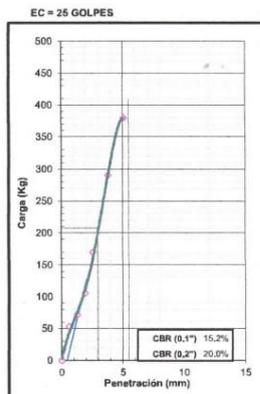
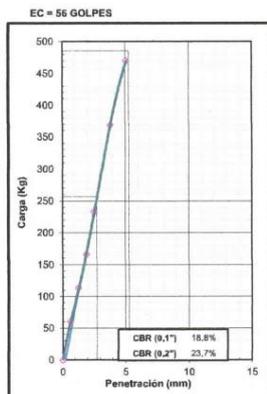
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAÍZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.82  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 9.50

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	19.50	0.2"	24.47
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.77	0.2"	17.42



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

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

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze82@hotmail.com

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOFIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamaño	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION					
	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima									
LL	NP	IP	NP	Clasificación	ASSTHO	1.851	10.10					
Molde N°	1		2		3							
Altura Molde	17.8		17.8		17.86							
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14							
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01							
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19							
Capas N°	5		5		5							
Golpes por capa N°	56		25		12							
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8250		8490		7790		8647		8250		8557	
Peso de molde (g)	3630		3630		3250		3250		3910		3910	
Peso del suelo humedo (g)	4620		4860		4540		4797		4340		4647	
Volumen del molde (cm³)	2290		2290		2303		2303		2312		2312	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.017		2.122		1.972		2.083		1.878		2.010	
Recipiente (N°)	A		11		B		22		C		33	
Peso del Recipiente + suelo humedo (g)	155.26		4860.00		126.39		4797.00		186.21		4647.00	
Peso Recipiente + suelo seco	143.50		4207.84		117.30		4137.34		188.50		3956.87	
Peso Recipiente	23.44		0.00		23.80		0.00		18.25		0.00	
Peso de agua (g)	11.76		652.16		9.09		659.66		15.71		690.13	
Peso de suelo seco (g)	120.06		4207.84		93.40		4137.34		162.25		3956.87	
Contenido de humedad (%)	9.80		15.50		9.73		15.94		9.88		17.44	
Densidad seca (g/cm³)	1.837		1.837		1.797		1.797		1.712		1.712	

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°						MOLDE N°						
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			
		Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	
0.000	0.900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.635	0.925	23	75.9				19	60.9		17	53.4			
1.270	0.950	41	143.5				33	113.5		29	96.5			
1.905	0.975	59	211.1				45	158.6		39	136.0			
2.540	1.100	79.455	286.3	288.1	21.1		64	229.9	223.0	16.4	55	196.1	192.2	14.1
3.810	0.150		406.5				87	316.3		76	275.0			
5.080	0.200	105.66	470.3	471.4	23.0		104	380.2	380.3	18.6	90	327.6	328.1	18.0



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

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



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

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

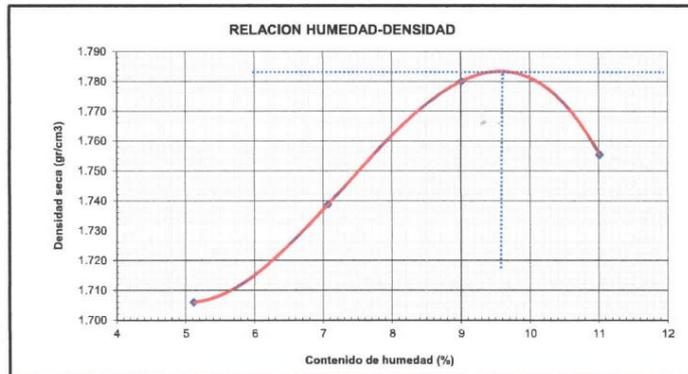
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wílze22@hotmail.com

### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE F  
 EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022  
**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL  
**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO  
**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022  
**MUESTRA** TERRENO NATURAL  
**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6720.00	6870.00	7042.00	7060.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3920.00	4070.00	4242.00	4260.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.79	1.86	1.94	1.95
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.32	123.50	120.30	134.20
Peso del suelo seco + tara	gr	120.30	116.72	112.15	123.45
Peso de la Tara	gr	22.13	20.86	21.74	25.88
Peso de agua	gr	5.02	6.78	8.15	10.75
Peso del suelo seco	gr	98.17	95.86	90.41	97.57
Porcentaje de Humedad	%	5.11	7.07	9.01	11.02
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.706	1.739	1.780	1.755

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.791
Humedad óptima (%)	10.80



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

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

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

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

*Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 30604190640  
Telefono: 954877150-94541724 e-mail: WUze822@hotmail.com*

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANGASH - 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10			N° 40			N° 200			ENSAYO DE COMPACTACION												
	Pass %	NP	IP	NP	Clasificación		Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima													
LL							ASSTHO	1.821	9.50													
Molde N°					1			2				3										
Altura Molde					17.8			17.8				17.85										
Diámetro Molde					15.1			15.14				15.14										
Altura disco Espaciador					5.01			5.01				5.01										
Diámetro disco espaciador					15.19			15.19				15.19										
Capas N°					5			5				5										
Golpes por capa N°					56			25				12										
Condición de la muestra					Antes de mojar			despues de mojado			Antes de mojar											
Peso húmedo de la probeta + molde (g)					10189			10333			8620			8650			18039					10339
Peso del molde (g)					5639			5639			4140			4140			5715					5715
Peso del suelo húmedo (g)					4541			4694			4480			4710			4315					4605
Volumen del molde (cm³)					2290			2290			2303			2303			2312					2312
Densidad húmeda (g/cm³)					1.983			2.049			1.946			2.046			1.867					1.992
Recipiente (N°)					A			B			C			D			E					F
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)					123.69			4694.09			130.20			4710.00			123.69					4695.90
Peso Recipiente + suelo seco					115.10			4157.70			121.00			4101.87			114.95					3949.79
Peso Recipiente					22.39			0.00			21.39			0.00			21.40					0.00
Peso de agua (g)					8.50			536.30			9.20			608.13			8.65					655.21
Peso de suelo seco (g)					02.20			4157.70			99.80			4101.87			93.55					3949.79
Contenido de humedad (%)					0.22			12.90			0.22			14.83			9.25					16.59
Densidad seca (g/cm³)					1.815			1.815			1.781			1.781			1.709					1.709

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		
				mm	%		mm	%		mm	%	
			0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR
0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
0.635	0.025		16	60.9					17	53.4				12	34.6				
1.270	0.050		33	113.5					22	72.2				17	53.4				
1.905	0.075		47	166.1					31	106.0				27	81.0				
2.540	0.100	70.455	65	233.7	256.4	16.8			48	169.8	207.5	15.2		37	128.5	176.4	12.9		
3.810	0.150		101	368.9					80	290.0				67	241.2				
5.080	0.200	105.68	128	470.3	485.3	23.7			104	380.2	409.3	20.0		89	323.8	358.1	17.5		



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

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
CIP: 195373 - CONSULTOR C-127794  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECHNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay N.º B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)  
ASTM-D1557**

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

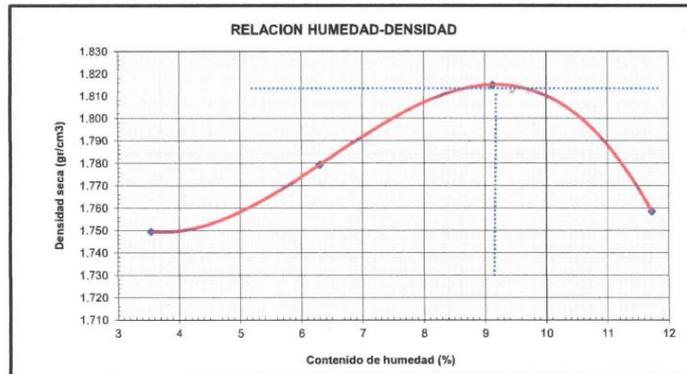
**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6760.00	6935.00	7130.00	7095.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3960.00	4135.00	4330.00	4295.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.81	1.89	1.98	1.96
Recipiente N <sup>o</sup>		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	139.48	130.69	135.48	143.12
Peso del suelo seco + tara	gr	135.48	124.33	126.12	130.56
Peso de la Tara	gr	22.65	23.42	23.55	23.46
Peso de agua	gr	4.00	6.36	9.36	12.56
Peso del suelo seco	gr	112.83	100.91	102.57	107.10
Porcentaje de Humedad	%	3.55	6.30	9.13	11.73
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.750	1.779	1.815	1.759

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.821
Humedad óptima (%)	9.50



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

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

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 9548 7150-945417124 e-mail: Wilson823@hotmail.com

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
:A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>CALICATA</b>	: 03
<b>MUESTRA</b>	: 01
<b>DOSIFICACION</b>	: 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**COMPACTACION**

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	1		2		3	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	7499.0	7560.0	7686.0	7856.0	7195.0	7405.0
Peso de molde (g)	3250.0	3250.0	3610.0	3610.0	3245.0	3245.0
Peso del suelo húmedo (g)	4249.0	4310.0	4076.0	4246.0	3950.0	4160.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2126.9	2126.9	2125.9	2125.9	2119.5	2119.5
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.998	2.026	1.917	1.996	1.864	1.956
Tara (Nº)	A	B	C	D	F	G
Peso suelo húmedo + tara (g)	95.6	431.00	121.5	424.60	102.4	416.00
Peso suelo seco + tara (g)	88.1	388.11	112.0	373.09	94.3	360.79
Peso de tara (g)	9.0	0.0	9.5	0.0	9.3	0.0
Peso de agua (g)	7.5	42.9	9.5	51.5	8.1	55.2
Peso de suelo seco (g)	79.1	388.1	102.5	373.1	85.0	360.8
Contenido de humedad (%)	9.5	11.1	9.3	13.8	9.5	15.3
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.825	1.825	1.755	1.755	1.702	1.702

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0									
		24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
		48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
		72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
		96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº											
		1				2				3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635			98.6				78.9				56.9		
1.270			156.3				123.6				89.7		
1.905			211.5				185.7				142.6		
2.540	70.5		296.8	302.5	22.2		246.0	262.7	19.3		189.7	202.9	14.9
3.170			344.2				303.5				242.5		
3.810			465.8				398.5				303.6		
5.080	105.7		562.9	545.5	26.7		465.9	439.7	21.5		375.2	348.7	17.0
7.620			701.2				511.2				411.5		
10.160			822.3				596.8				488.9		



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

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



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

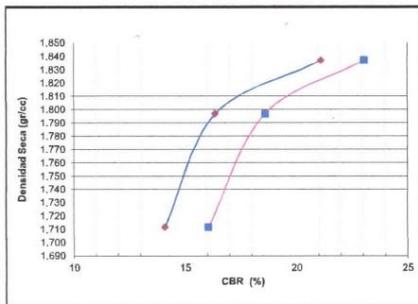
**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

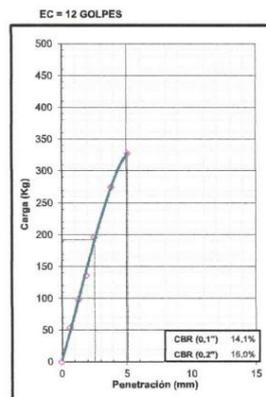
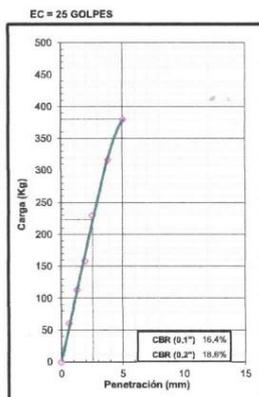
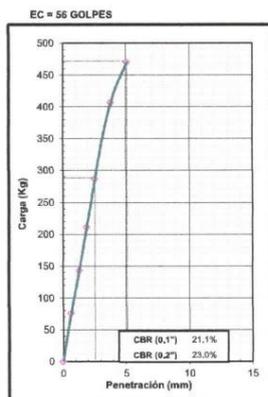
**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOFICACION** :3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.85  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 10.10

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	23.30	0.2"	25.13
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	14.01	0.2"	16.35



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

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
CIP. 195373 - CONSULTOR C-127196  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION			
Pasa %	NP	IP	NP	Clasificación	Metodo	ASTHO	Densidad Maxima	Humedad Optima		
LL							1.807	11.40		
Molde N°	1		2		3					
Altura Molde	17.8		17.8		17.85					
Diámetro Molde	15.1		15.14		15.14					
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01					
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19					
Capas N°	5		5		5					
Golpes por capa N°	56		25		12					
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	7910		8050		8060		8250		7960	8190
Peso de molde (g)	3250		3250		3610		3610		3690	3690
Peso del suelo humedo (g)	4660		4800		4470		4640		4270	4500
Volumen del molde (cm³)	2290		2290		2303		2303		2312	2312
Densidad húmeda (g/cm³)	2.035		2.096		1.941		2.015		1.847	1.946
Recipiente (N°)	A		B		C		D		E	F
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	121.40		4800.00		136.30		4640.00		126.30	4500.00
Peso Recipiente + suelo seco	111.00		4138.94		123.70		3971.58		114.90	3796.02
Peso Recipiente	28.30		0.00		23.30		0.00		23.60	0.00
Peso de agua (g)	10.40		661.06		12.60		668.42		11.40	703.98
Peso de suelo seco (g)	82.61		4138.94		100.40		3971.58		91.30	3796.02
Contenido de humedad (%)	12.59		15.97		12.55		16.83		12.49	18.55
Densidad seca (g/cm³)	1.807		1.807		1.725		1.725		1.642	1.642

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°												
		CARGA				CORRECCION								
		Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR					
0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0					
0.635	0.025	18	57.2			15	45.9		9	23.4				
1.270	0.050	34	117.2			28	94.7		15	45.9				
1.905	0.075	59	211.1			38	132.3		22	72.2				
2.540	0.100	70.455	68	244.9	247.7	18.2	51	181.1	180.1	13.2	37	128.5	118.0	8.7
3.810	0.150		95	346.4			75	271.2			56	199.9		
5.080	0.200	105.88	122	447.8	445.9	21.8	101	368.9	369.0	18.0	82	297.5	296.7	14.5



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 193273 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 95487150-94541124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



### RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

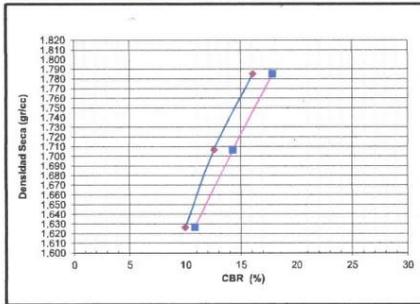
**TESTISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

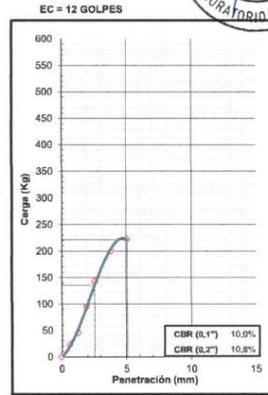
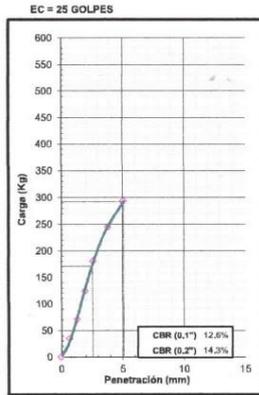
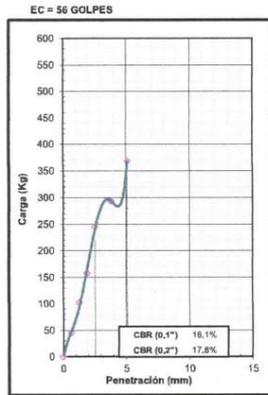
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.78  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.20

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	0.2"
100%	15.76	17.60
95% DE M.D.S. (%)	11.95	13.59



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


---

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
 CIP. 199273 - CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wjz822@hotmail.com

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION			
	LL	NP	IP	NP	Clasificación	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima		
						ASSTHO	1,791	10,80		
<b>Molde N°</b>			<b>1</b>				<b>2</b>		<b>3</b>	
Altura Molde			17,8				17,8		17,85	
Diámetro Molde			15,1				15,14		15,14	
Altura disco Espaciador			5,01				5,01		5,01	
Diámetro disco espaciador			15,19				15,19		15,19	
Capas N°			5				5		5	
Golpes por capa N°			56				25		12	
Condición de la muestra			Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)			7730		7950		7940		7890	
Peso de molde (g)			3250		3250		3610		3690	
Peso del suelo húmedo (g)			4480		4700		4330		4550	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )			2290		2290		2303		2312	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )			1,956		2,052		1,881		1,976	
Recipiente (N°)			A		11		B		22	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)			104,80		4700,00		128,43		4550,00	
Peso Recipiente + suelo seco			98,10		4087,17		119,30		3947,45	
Peso Recipiente			28,39		0,00		25,99		0,00	
Peso de agua (g)			6,70		612,83		9,13		602,55	
Peso de suelo seco (g)			69,71		4087,17		84,21		3847,45	
Contenido de humedad (%)			9,61		14,99		9,69		15,26	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )			1,784		1,784		1,714		1,858	

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		24	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		48	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		72	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar Kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA		CORRECCION		% CBR	CARGA		CORRECCION		% CBR	CARGA		CORRECCION		% CBR			
		Lect. Dial	kg	kg	% CBR		Lect. Dial	kg	kg	% CBR		Lect. Dial	kg	kg	% CBR				
0,009	0,000		0																
0,635	0,025		46,0				35,1					23,5							
1,270	0,050		101,6				72,9					46,2							
1,905	0,075		158,1				125,3					95,6							
2,540	0,100	70,455	243,9	219,1	16,1		180,4	171,4	12,6			142,8	135,7	10,0					
3,810	0,150		292,8				244,0					198,3							
5,089	0,200	105,68	369,9	364,9	17,8		294,7	292,2	14,3			223,4	221,2	10,8					



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195374 - CONSULTOR C-12779  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

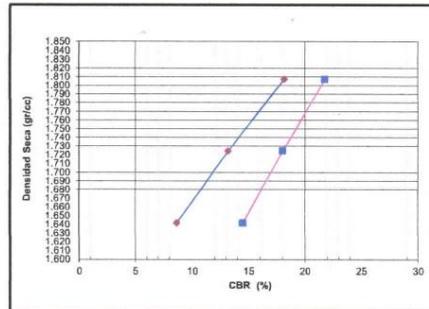
**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

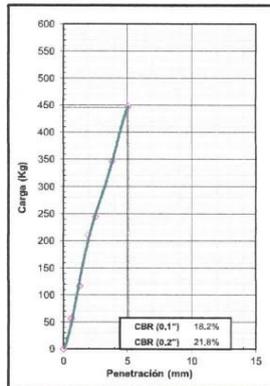
**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.81  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 11.40

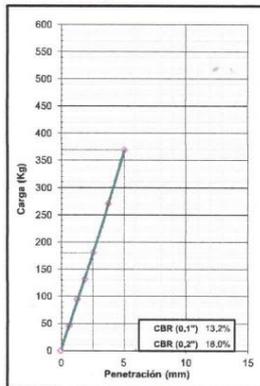


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.14	0.2"	21.79
C.B.R. AL 96% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.76	0.2"	17.70

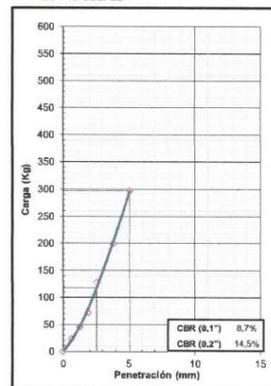
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP: 195273 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 95487150-945417134 e-mail: Wilce822@hotmail.com

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOESIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAÍZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
	NP	IP	NP	Clasificación		Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima	
LL						ASSTHO	1,779	12,20	

Molde N°	1		2		3							
Altura Molde	17,8		17,8		17,85							
Diametro Molde	15,1		15,14		15,14							
Altura disco Espaciador	5,01		5,01		5,01							
Diametro disco espaciador	15,19		15,19		15,19							
Capas N°	5		5		5							
Golpes por capa N°	56		25		12							
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	7820		7950		7840		8160		7890		8120	
Peso de molde (g)	3250		3250		3610		3610		3690		3690	
Peso del suelo humedo (g)	4570		4700		4230		4550		4200		4430	
Volumen del molde (cm³)	2290		2290		2303		2303		2312		2312	
Densidad humeda (g/cm³)	1,995		2,052		1,837		1,976		1,817		1,916	
Recipiente (N°)	A		11		B		22		C		33	
Peso del Recipiente + suelo humedo (g)	106,30		4709,09		128,43		4550,09		126,30		4430,09	
Peso Recipiente + suelo seco	98,10		4089,01		121,19		3929,96		114,50		3760,25	
Peso Recipiente	28,39		0,00		25,09		0,00		13,60		0,00	
Peso de agua (g)	8,20		610,99		7,33		620,04		11,80		669,75	
Peso de suelo seco (g)	69,71		4089,01		96,01		3929,96		100,90		3760,25	
Contenido de humedad (%)	11,76		14,94		7,63		15,78		11,69		17,81	
Densidad seca (g/cm³)	1,785		1,785		1,707		1,707		1,627		1,627	

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		24	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		48	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		72	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°						MOLDEN°							
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION				
		Lect. Dial	kg	% CBR	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	
0,000	0,000	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
0,635	0,025	15	45,9		12	34,6		9	23,4		15	45,9		15	45,9
1,270	0,050	30	102,2		22	72,2		28	94,7		28	94,7		28	94,7
1,905	0,075	45	156,6		38	124,8		41	143,5		41	143,5		41	143,5
2,540	0,100	70,455	244,9	219,1	16,1	51	181,1	171,4	12,6	41	143,5	135,7	10,0	41	143,5
3,810	0,150	81	293,8		68	244,9		56	199,9		60	222,4		60	222,4
5,080	0,200	105,68	368,9	364,9	17,8	81	293,8	292,2	14,3	60	222,4	221,2	10,8	60	222,4



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

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



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

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

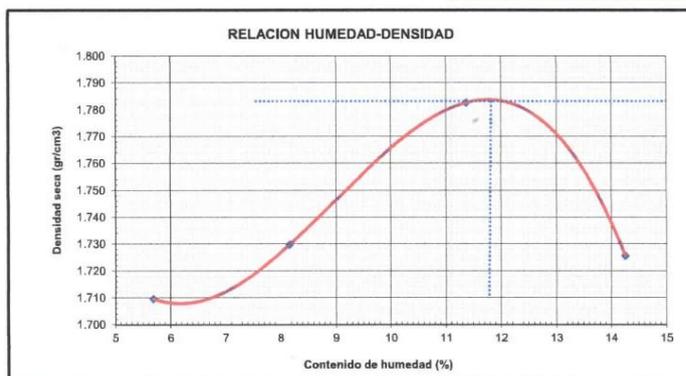
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

### ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO) ASTM-D1557

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE P  
EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022  
**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL  
**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022  
**MUESTRA** TERRENO NATURAL  
**DOSIFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6750.00	6890.00	7140.00	7110.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3950.00	4090.00	4340.00	4310.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.81	1.87	1.99	1.97
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	115.32	120.74	125.83	129.19
Peso del suelo seco + tara	gr	110.30	113.20	115.20	116.30
Peso de la Tara	gr	22.13	20.86	21.74	25.88
Peso de agua	gr	5.02	7.54	10.63	12.89
Peso del suelo seco	gr	88.17	92.34	93.46	90.42
Porcentaje de Humedad	%	5.69	8.17	11.37	14.26
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.710	1.730	1.783	1.726

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.779
Humedad óptima (%)	12.20



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

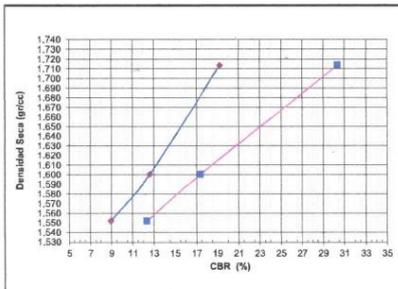
Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP 195373 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



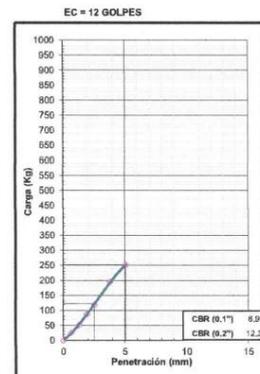
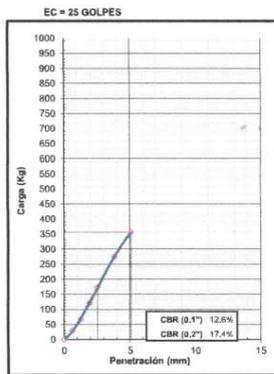
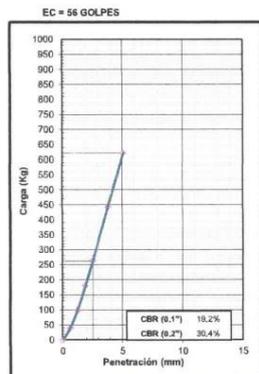
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
ASTM D-1883

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
**TESISTAS** A.H. SAN VALENTIN, ANCASH - 2022  
**UBICACIÓN** BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL  
**FECHA** CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO  
 OCTUBRE DEL 2022

**DOSIFICACION** : 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO  
**CLASIFICACION (SUCS)** : SP  
**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.80  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 10.20



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 20.32	0.2": 40.58
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 18.79	0.2": 28.31



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


---

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
**CIP. 105273 - CONSULTOR C-127796**  
**ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA**



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)  
ASTM-D1557**

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

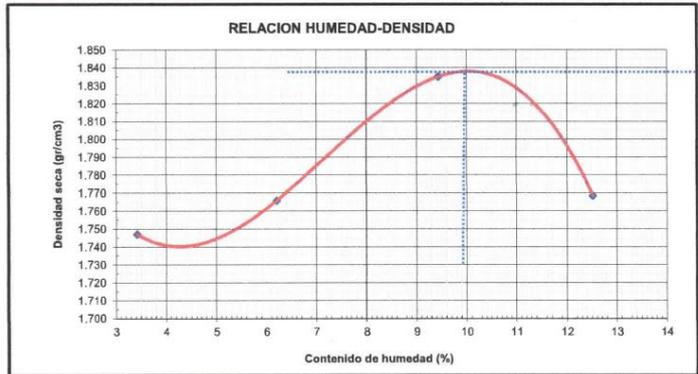
**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSFICACION** : 3,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6750.00	6900.00	7190.00	7150.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3950.00	4100.00	4390.00	4350.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.81	1.88	2.01	1.99
Recipiente N°		1	1	1	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	154.36	182.54	192.54	202.15
Peso del suelo seco + tara	gr	150.00	173.20	178.00	182.36
Peso de la Tara	gr	22.56	22.74	23.95	24.21
Peso de agua	gr	4.36	9.34	14.54	19.79
Peso del suelo seco	gr	127.44	150.46	154.05	158.15
Porcentaje de Humedad	%	3.42	6.21	9.44	12.51
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.747	1.766	1.835	1.769

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.851
Humedad óptima (%)	10.10



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


---

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
 CIP. 195273 - CONSULTOR C - 127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 9548 7150 - 945417124 e-mail: WUze822@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

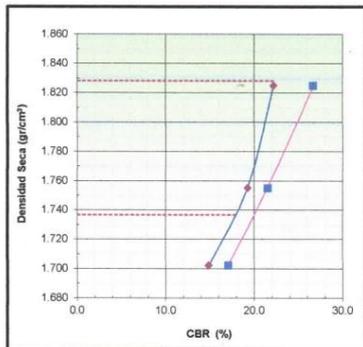
**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5  
: A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 03
MUESTRA	: 01
DOISIFICACION	: 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.828

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.4

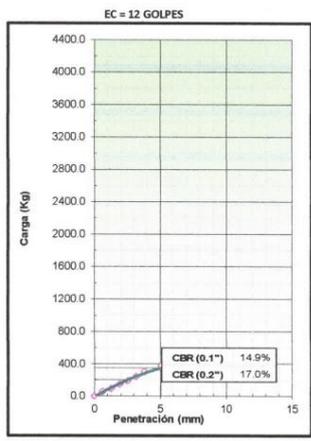
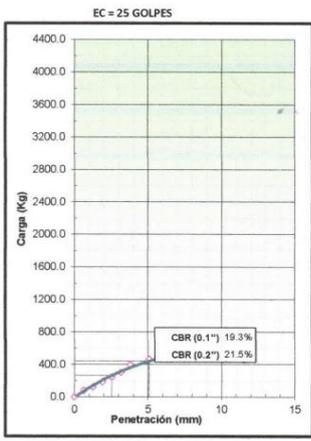
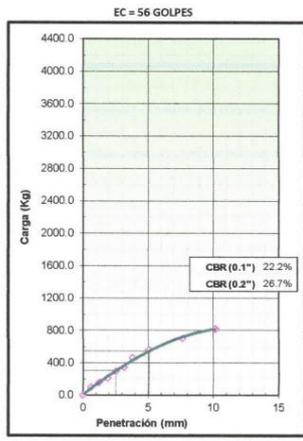
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.737

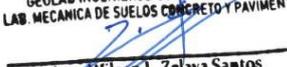
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	0.2"
22.2	22.2	26.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	17.9	20.0

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 22.2 (%)

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 17.9 (%)



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
**LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO**  
  
**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
 CIP. 195293 - CONSULTOR C-127194  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)  
ASTM-D1557**

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

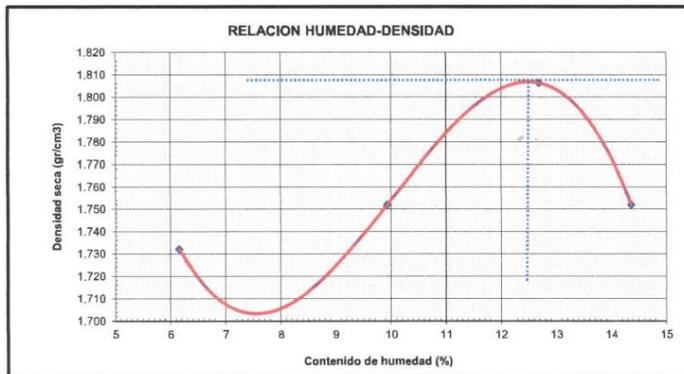
**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6820.00	7010.00	7250.00	7180.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4020.00	4210.00	4450.00	4380.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.84	1.93	2.04	2.00
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	104.29	115.60	109.40	170.45
Peso del suelo seco + tara	gr	99.60	107.20	99.69	152.20
Peso de la Tara	gr	23.50	22.60	23.20	25.17
Peso de agua	gr	4.69	8.40	9.71	18.25
Peso del suelo seco	gr	76.10	84.60	76.49	127.03
Porcentaje de Humedad	%	6.16	9.93	12.69	14.37
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.732	1.752	1.806	1.752

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.807
Humedad óptima (%)	11.40



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

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
CIP. 195373 - CONSULTOR C-127196  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilce82@hotmail.com

**TESIS** MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESTISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2.0% DE CENIZA DE MAÍZ + 1.0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION			
Pasa %	NP	IP	NP	Clasificación	Metodo	ASSTHO	Densidad Maxima	Humedad Optima		
LL							1.801	11.70		
Molde N°	1		2		3					
Altura Molde	17.8		17.8		17.8		17.85			
Diámetro Molde	15.1		15.14		15.14					
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01		5.01			
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19					
Capas N°	5		5		5					
Golpes por capa N°	56		25		12					
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	791.1		805.9		807.9		825.0		796.5	819.0
Peso de molde (g)	325.9		325.9		325.9		325.9		325.9	325.9
Peso del suelo humedo (g)	465.1		480.0		481.9		499.1		470.6	493.1
Volumen del molde (cm³)	2290		2290		2303		2303		2312	2312
Densidad humeda (g/cm³)	2.035		2.096		2.094		2.155		2.081	2.131
Recipiente (N°)	A		B		C		D			
Peso del Recipiente + suelo humedo (g)	131.59		480.00		464.00		464.00		137.15	450.00
Peso Recipiente + suelo seco	120.03		414.251		132.70		3971.64		124.53	3799.87
Peso Recipiente	28.39		0.00		23.39		0.00		23.60	0.00
Peso de agua (g)	11.47		657.49		13.70		668.36		12.62	700.13
Peso de suelo seco (g)	91.64		414.251		109.40		3971.64		100.93	3799.87
Contenido de humedad (%)	12.52		15.87		12.52		16.83		12.50	18.42
Densidad seca (g/cm³)	1.809		1.809		1.725		1.725		1.644	1.644

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		48	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		72	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA		CORRECCION		% CBR	CARGA		CORRECCION		% CBR	CARGA		CORRECCION		% CBR			
		Lect. Dial	kg	kg	% CBR		Lect. Dial	kg	kg	% CBR		Lect. Dial	kg	kg	% CBR				
0.000	0.000		0				0				0								
0.635	0.025		57.6				45.9				23.4								
1.270	0.050		117.8				94.8				45.9								
1.905	0.075		211.2				132.4				72.2								
2.540	0.100	70.455	244.9	247.7	18.2		181.2	178.5	13.1		126.0	118.2	8.7						
3.810	0.150		346.4				271.3				200.0								
5.080	0.200	105.68	486.3	445.9	21.8		389.2	389.0	19.0		298.5	297.6	14.6						



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP. 195277 - CONSULTOR C-127774  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wils@822@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**ASTM D-1883**

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

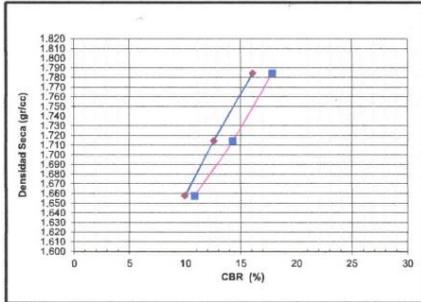
**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

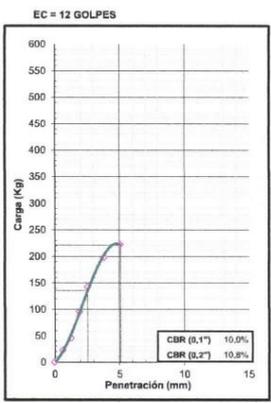
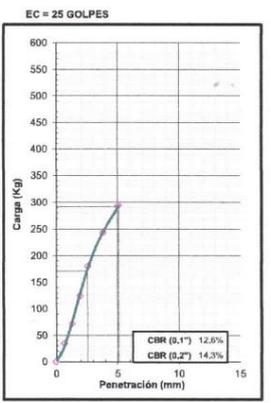
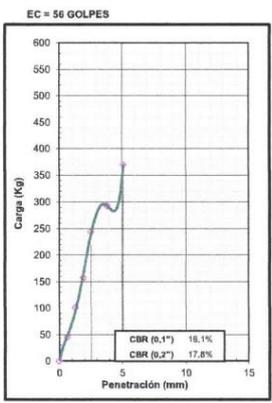
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2.0% DE CENIZA DE MAIZ + 2.0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.79  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 10.80



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	16.41	0.2"	18.14
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	11.96	0.2"	13.54



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

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
 CID: 195523 - CONSULTOR C-127796  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wili:822@hotmail.com

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D-1883**

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022

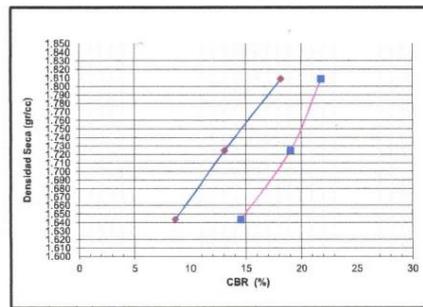
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

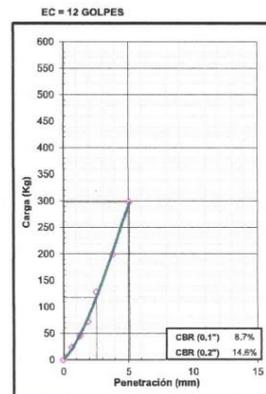
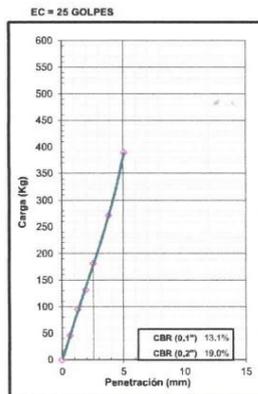
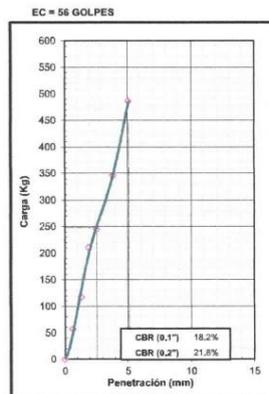
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.80  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 11.70

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	17.66	0.2"	21.62
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.32	0.2"	18.38



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

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
CIP. 198373 - CONSULTOR C-127796  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wlzze822@hotmail.com



**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)  
ASTM-D1557**

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

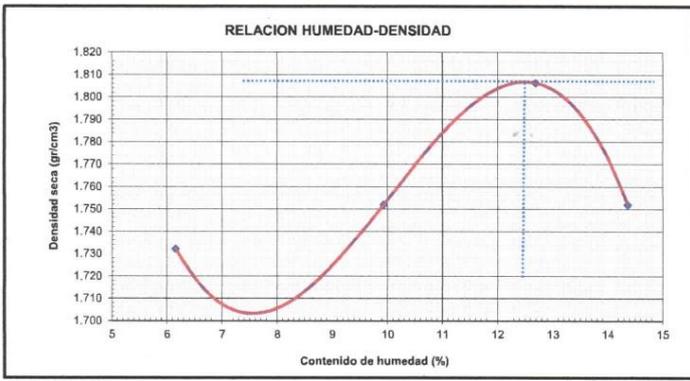
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TERRENO NATURAL

**DOSIFICACION** : 2,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

Peso suelo + molde	gr	6820.00	7010.00	7250.00	7180.00
Peso molde	gr	2800.00	2800.00	2800.00	2800.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4020.00	4210.00	4450.00	4380.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.84	1.93	2.04	2.00
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	104.29	115.60	109.40	170.45
Peso del suelo seco + tara	gr	99.60	107.20	99.69	152.20
Peso de la Tara	gr	23.50	22.60	23.20	25.17
Peso de agua	gr	4.69	8.40	9.71	18.25
Peso del suelo seco	gr	76.10	84.60	76.49	127.03
Porcentaje de Humedad	%	6.16	9.93	12.69	14.37
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.732	1.752	1.806	1.752

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.801
Humedad óptima (%)	11.70



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP. 195273 - CONSULTOR C-127706  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilz@822@hotmail.com

**TESIS** :MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 :A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022

**TESTISTAS** :BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**UBICACIÓN** :CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO

**FECHA** :OCTUBRE DEL 2022

**MUESTRA** :TERRENO NATURAL

**DOSFICACION** :1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA**

Tamiz	N° 10		N° 40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACION		
	Pasa %			Clasificación	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima		
LL	32,80	IP	17,22		ASSTHO	1,795	10,20		

Molde N°	1		2		3			
	Altura Molde	17,6	17,6	17,6	17,60			
Diámetro Molde	15	15	15	15	15			
Altura disco Espaciador	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08			
Diámetro disco espaciador	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02			
Capas N°	5	5	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	25	25	12			
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	7590	7620	7665	7775	7205	7340		
Peso de molde (g)	3255	3255	3510	3610	3260	3260		
Peso del suelo húmedo (g)	4335	4365	4075	4165	3945	4080		
Volumen del molde (cm³)	2212	2212	2212	2212	2212	2212		
Densidad húmeda (g/cm³)	1,959	1,973	1,842	1,883	1,783	1,844		
Recipiente (N°)	A		B		C		33	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	102,24	4365,00	122,70	4165,00	132,83	4080,00		
Peso Recipiente + suelo seco	90,60	3792,19	107,90	3541,19	116,85	3433,68		
Peso Recipiente	9,28	0,00	9,72	0,00	9,64	0,00		
Peso de agua (g)	11,64	572,81	14,80	623,81	15,98	646,32		
Peso de suelo seco (g)	81,32	3792,19	98,18	3541,19	107,31	3433,68		
Contenido de humedad (%)	14,31	15,10	15,07	17,62	14,89	18,82		
Densidad seca (g/cm³)	1,714	1,714	1,601	1,601	1,552	1,552		

**DETERMINACION DE LA EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		24	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		48	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0
		72	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0	0	0,000	0,0

**C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO**

Penetración	Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°			MOLDE N°			MOLDE N°							
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION				
		Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR		
0,000	0,000		0					0							
0,635	0,025		39,9					29,6					25,5		
1,270	0,050		99,5					67,8					51,7		
1,905	0,075		180,5					121,5					87,9		
2,540	0,100	70,455	264,3	262,1	19,2			173,7	172,0	12,6			118,5	121,8	8,9
3,810	0,150		442,6					274,2					196,3		
5,080	0,200	105,68	621,8	621,1	30,4			356,4	355,9	17,4			251,7	252,2	12,3



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

Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
CIP 195374 - CONSULTOR C-127196  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

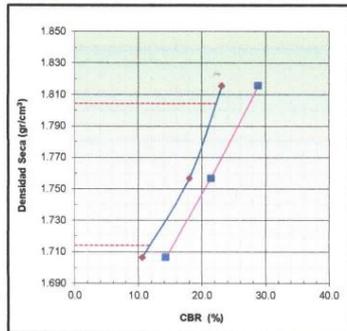
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, ASSHTO T-193, ASTM D 1883)
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>TESIS</b>	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5
<b>UBICACIÓN</b>	:A.H. SAN VALENTIN, ANCASH - 2022
<b>TESISTAS</b>	:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL
<b>FECHA</b>	:CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO :OCTUBRE DEL 2022

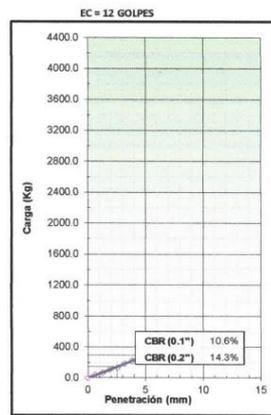
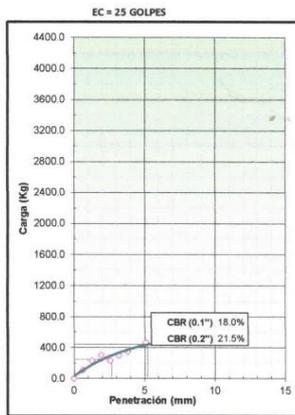
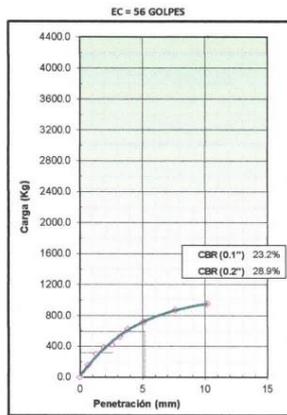
DATOS DE LA MUESTRA	
<b>MUESTRA</b>	: TERRENO NATURAL
<b>DOSIFICACION</b>	: 1.0% DE CENIZA DE MAIZ + 1.0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO



<b>METODO DE COMPACTACION</b>	:	ASTM D1557
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	:	1.804
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	:	9.6
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	:	1.714

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	22.4	0.2":	27.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	11.8	0.2":	15.4

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 22.4 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 11.8 (%)



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

---

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
CIP. 195273 - CONSULTOR C-127794  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y BIOTECNIA



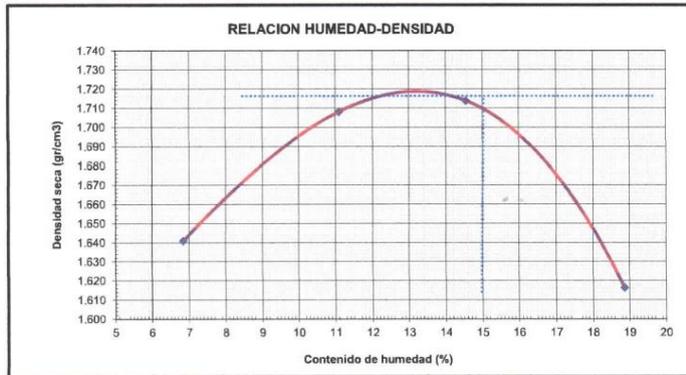
**ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)  
 ASTM-D1557**

**TESIS** : MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN C/ : A.H. SAN VALENTIN, ANCASH - 2022  
**TESISTAS** : BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL  
**UBICACIÓN** : CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2022

**DOSIFICACION : 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 3,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO**

Peso suelo + molde	gr	5860.00	6135.00	6260.00	6180.00
Peso molde	gr	2520.00	2520.00	2520.00	2520.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	3340.00	3615.00	3740.00	3660.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	1905.00	1905.00	1905.00	1905.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.75	1.90	1.96	1.92
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	83.08	124.43	131.94	98.43
Peso del suelo seco + tara	gr	78.30	112.93	116.43	86.54
Peso de la Tara	gr	8.45	9.31	9.90	23.50
Peso de agua	gr	4.78	11.50	15.51	11.89
Peso del suelo seco	gr	69.85	103.62	106.53	63.04
Porcentaje de Humedad	%	6.84	11.10	14.56	18.86
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.641	1.708	1.714	1.616

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.795
Humedad óptima (%)	10.20



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

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



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilzo822@hotmail.com

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>TESIS</b>	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022
<b>TESISTAS</b>	:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL
<b>UBICACIÓN</b>	:CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO
<b>FECHA</b>	:OCTUBRE DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 03
MUESTRA	: 01
DOSIFICACION	: 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 2,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10211.0	10400.0	10539.0	10590.0	
Peso molde	gr	6329.0	6329.0	6329.0	6329.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3882.0	4071.0	4210.0	4261.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2105.0	2105.0	2105.0	2105.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.844	1.934	2.000	2.024	
Recipiente Nº		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	518.20	511.36	505.36	512.40	
Peso del suelo seco + tara	gr	490.00	477.20	462.80	460.30	
Tara	gr	10.2	10.5	10.3	10.5	
Peso de agua	gr	28.2	34.2	42.6	52.1	
Peso del suelo seco	gr	479.8	466.7	452.5	449.8	
Contenido de agua	%	5.88	7.32	9.41	11.58	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.742	1.802	1.828	1.814	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.828
					Humedad óptima (%)	9.4



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
**LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO**  
 Ing. Wilson J. Zelaya Santos  
 CIP 19522 - CONSULTOR C-127196  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilz@822@hotmail.com



**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>TESIS</b>	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5
<b>TESISTAS</b>	:A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH - 2022
<b>UBICACIÓN</b>	:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL
<b>FECHA</b>	:CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO :OCTUBRE DEL 2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>MUESTRA</b>	: TERRENO NATURAL
<b>DOSIFICACION</b>	: 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

**METODO DE COMPACTACION :** C

Peso suelo + molde	gr	6610.0	6490.0	6725.0	6790.0	
Peso molde	gr	2520.0	2520.0	2520.0	2520.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4090.0	3970.0	4205.0	4270.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2155.0	2155.0	2155.0	2155.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.898	1.842	1.951	1.981	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.4	94.6	109.6	108.4	
Peso del suelo seco + tara	gr	117.0	89.1	99.6	99.5	
Tara	gr	10.2	10.5	10.3	9.9	
Peso de agua	gr	8.4	5.5	10.0	8.9	
Peso del suelo seco	gr	106.8	78.6	89.3	89.6	
Contenido de agua	%	7.83	7.00	11.20	9.89	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.760	1.722	1.755	1.803	
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.804
				Humedad óptima (%)		9.6



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


---

**Ing. Wilson J. Zelaya Santos**  
 CIP. 195273 - CONSULTOR C-127196  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



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

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

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mc. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: WU20822@hotmail.com



DATOS DE LA MUESTRA	
TESIS	MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 :A.H. SAN VALENTIN, ANCASH - 2022
TESISTAS	:BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL
UBICACIÓN	:CALLE 5 A.H. SAN VALENTIN - DISTRITO DE COISHCO
FECHA	:OCTUBRE DEL 2022
MUESTRA	: TERRENO NATURAL
DOSFICACION	: 1,0% DE CENIZA DE MAIZ + 1,0% DE CENIZA DE HOJA DE PINO

	1		2		3	
	5	5	5	5	5	5
Molde Nº						
Capas Nº	56		25		12	
Golpes por capa Nº						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10760.0	10895.0	11160.0	11380.0	10485.0	10852.0
Peso de molde (g)	6580.0	6580.0	7080.0	7080.0	6545.0	6545.0
Peso del suelo húmedo (g)	4180.0	4315.0	4080.0	4300.0	3940.0	4307.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2109.0	2109.0	2127.0	2127.0	2114.0	2114.0
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.982	2.046	1.918	2.039	1.864	2.042
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	102.3	431.50	113.8	430.00	131.6	430.70
Peso suelo seco + tara (g)	94.5	382.90	105.0	373.65	121.4	360.74
Peso de tara (g)	9.4	0.00	9.2	0.00	10.8	0.00
Peso de agua (g)	7.8	48.60	8.8	56.35	10.2	89.96
Peso de suelo seco (g)	85.1	382.90	95.8	373.65	110.6	360.74
Contenido de humedad (%)	9.2	12.69	9.2	15.08	9.2	19.39
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.816	1.816	1.757	1.757	1.706	1.706

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
				0.00				0.0		0.00	0.0
	24.00		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
	48.00		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
	72.00		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0
	96.00		0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	PENETRACION											
		MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.635			156.9				110.5				41.2		
1.270			295.2				231.5				65.2		
1.905			385.6				303.6				111.0		
2.540	70.5		421.5	316.1	23.2		231.4	246.1	18.0		136.9	144.7	10.6
3.170			523.9				296.9				185.2		
3.810			621.4				345.7				216.9		
5.080	105.7		721.8	590.3	28.9		465.8	438.8	21.5		305.6	292.7	14.3
7.620			869.9				523.2				411.2		
10.160			952.3				596.3				496.8		



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


---

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

## Anexo 10: Certificados de calibración de los equipos



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0095-COE-2022

Página 1 de 3

**Fecha de emisión** : 2022/04/05  
**Solicitante** : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. TANGAY MZA. 8 LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -  
NUEVO CHIMBOTE

**Instrumento de medición:** PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA

**Identificación** : NO INDICA  
**Marca Prensa** : C & M  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : PRCBR-01  
**Capacidad** : 5 t  
**Celda de carga** : ZEMIC  
**Indicador** : HIGH WEIGHT  
**Modelo** : 315-X5  
**Serie** : NO INDICA

**Ubicación** : LABORATORIO DE SUELOS

**Fecha de calibración** : 2022/04/09

#### Método/Procedimiento de calibración

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

Firmado digitalmente  
por Diego Moreno  
Prado  
Fecha: 2022-03-30  
13:49:57

Gerente General

#### "PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología  
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601  
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadenttaac.com.pe

cadenttacperu@hotmail.com

operaciones@cadenttaac.com.pe

web:

www.cadenttaac.com.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 0095-COE-2022**

Página 2 de 3

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 t	INF-LE N° 175-21

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 25,1 °C                      Final: 25,6 °C

Humedad Relativa            Inicial: 61 %hr                          Final: 62 %hr

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE CELDA DE CARGA**

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	495,9	496,8	-0,82	-0,64	496,4	-0,73	0,13
1000	998,3	998,6	-0,17	-0,14	998,5	-0,15	0,02
1500	1492,5	1493,6	-0,50	-0,43	1493,1	-0,46	0,05
2000	1996,8	1995,2	-0,16	-0,24	1996,0	-0,20	0,06
2500	2493,9	2494,3	-0,24	-0,23	2494,1	-0,24	0,01
3000	2998,8	2999,1	-0,04	-0,03	2999,0	-0,04	0,01
3500	3498,3	3499,6	-0,05	-0,01	3499,0	-0,03	0,03
4000	3989,9	3994,3	-0,25	-0,14	3992,1	-0,20	0,08

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

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

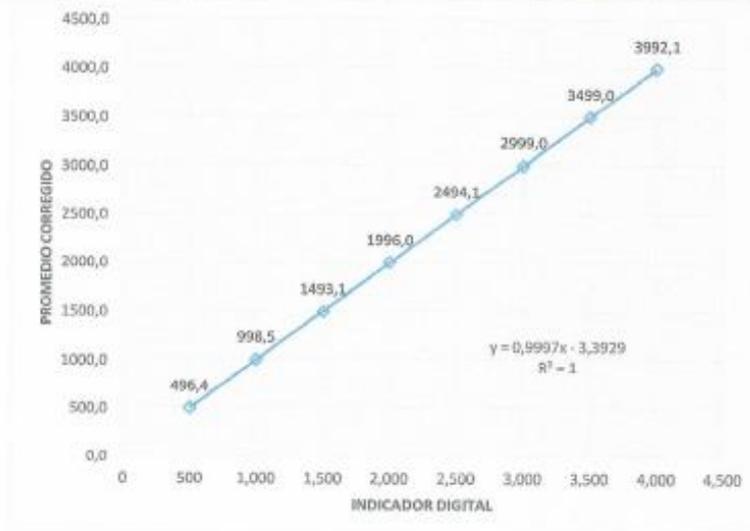
$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

**"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"**

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología  
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601  
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

**Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)**

**GRAFICO N° 01**



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,9997x - 3,3929$

Coefficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

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

**"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"**

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología  
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601  
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-042-2022

Página 1 de 3

**Fecha de emisión** 2022/03/03

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

**Dirección** JR. TANGAY MZ. B LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

**Instrumento de medición** **BALANZA**

**Identificación** BAL-01

**Intervalo de indicación** 40000 g

**División de escala** 5 g

**Resolución**

**División de verificación (e)** 5 g

**Tipo de indicación** Digital

**Marca / Fabricante** CODE SCALE

**Modelo** NO INDICA

**N° de serie** NO INDICA

**Procedencia** NO INDICA

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO  
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

**Fecha de calibración** 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del 5NM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

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

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

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





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 17,8 °C Final: 16,8 °C  
Humedad Relativa Inicial: 50 %hr Final: 49 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 20000 g			Carga L1= 40000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	19990,0	0,07	-0,12	39965	0,05	-0,1
2	19990,0	0,07	-0,15	39965	0,04	-0,12
3	19990,0	0,08	-0,12	39965	0,05	-0,13
4	19990,0	0,06	-0,11	39965	0,04	-0,1
5	19990,0	0,07	-0,12	39965	0,03	-0,11
6	19990,0	0,07	-0,13	39965	0,05	-0,12
7	19990,0	0,06	-0,11	39965	0,04	-0,13
8	19990,0	0,07	-0,12	39965	0,05	-0,1
9	19990,0	0,09	-0,12	39960	0,04	-0,11
10	19990,0	0,08	-0,1	39960	0,05	-0,12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
19990	0		1			
39960	0		5			





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0,04	-0,09	500	500	0,07	-0,02	0,07
2		1	0,07	-0,02		500	0,07	-0,02	0
3		1	0,05	0		500	0,08	-0,03	-0,03
4		1	0,02	0,03		500	0,07	0,08	0,05
5		1	0,07	-0,02		500	0,06	0,19	0,21

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10	10,0	0,07	-0,02						1
50	50,0	0,04	0,01	0,01	50	0,04	0,01	0,03	1
100	100,0	0,03	-0,01	0,01	100	0,04	-0,03	-0,05	1
500	500,0	0,05	0,05	0,01	500	0,02	-0,07	-0,05	1
1000	100,0	0,04	0,01	0,03	100	0,06	-0,04	0,01	1
5000	4995,0	0,04	0,01	0,01	4995	0,06	-0,01	0,01	1
10000	9990,0	0,06	-0,02	0,02	9990	0,03	0	0,02	1
15000	14985,0	0,07	-0,05	0,03	9985	0,06	-0,3	-0,05	1
20000	19990,0	0,09	0,01	0,01	14990	0,15	0,43	0,18	5
30000	29970,0	0,05	0,09	0,03	29970	0,07	-0,12	0,01	5
40000	39985,0	0,08	0,15	0,18	39980	0,07	-0,25	-0,21	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_N = 2 \cdot \sqrt{0,16677 \text{ g}^2 + 0,0000000034161 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 3,208447087 \cdot R$$

R: Indicación de lectura de balanza: ( g )



Observaciones

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

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vta. Las Flores de San Diego M2 C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 303-1680 / Cel: +51 928 196 795 / Cel: +51 925 131 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

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



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LBS-065-2022

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	MOLDE PROCTOR DE 6"
Identificación	GEOP-06B
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	Pl. 3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D-1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]).

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mt C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 206 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,9 °C	Final: 19,9°C
Humedad Relativa	Inicial: 57 %hr	Final: 59 %hr

Resultados

TABLA N° 01  
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151,89	152,4	+/- 0,66mm
N° 2	151,90	152,4	+/- 0,66mm
N° 3	151,90	152,4	+/- 0,66mm
N° 4	151,80	152,4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 151,87 : OK

TABLA N° 02  
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	115,98	116,43	+/- 0,5mm
N° 2	115,98	116,43	+/- 0,5mm
N° 3	116,00	116,43	+/- 0,5mm
N° 4	116,30	116,43	+/- 0,5mm

PROMEDIO 116,07 : OK





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-065-2022

Página 3 de 3

TABLA N° 03  
VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO	EMP
N° 1	2103	2124	+/- 25 cc

PROMEDIO 2103 : OK

**Observaciones**

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



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú.  
Telf: +51 101-1680 / Cel: +51 924 496 799 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-066-2022

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE {CERCA A OVALO LAS AMERICAS} ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	MOLDE PROCTOR DE 4"
Identificación	GEOP-04
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 1D Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]).

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

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

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

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



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

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arzavala Carlica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-066-2022

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERÚ AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,6 °C	Final: 20,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 59 %hr	Final: 59 %hr

Resultados

TABLA N° 01  
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	97,80	101,6	+/- 0,66mm
N° 2	97,70	101,6	+/- 0,66mm
N° 3	97,90	101,6	+/- 0,66mm
N° 4	97,80	101,6	+/- 0,66mm
PROMEDIO	97,80	:	OK

TABLA N° 02  
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	116,90	116,43	+/- 0,5mm
N° 2	116,50	116,43	+/- 0,5mm
N° 3	116,50	116,43	+/- 0,5mm
N° 4	116,87	116,43	+/- 0,5mm
PROMEDIO	116,69	:	OK



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 201-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 427  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

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



TABLA N° 03  
VOLUMEN

PUNTO	MEDICIÓN	VOLUMEN ESPECIFICADO	EMP
N° 1	931	944,14	+/- 14 cc

PROMEDIO : 931 : OK

**Observaciones**

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





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-069-2022

Página 1 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/03/03

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

**Dirección** JR. TANGAY MZ. 8 LOTE 7 P.J. 3 DE OCTUBRE ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

**Instrumento de medición** COPA CASAGRANDE

**Identificación** NO INDICA

**Marca** PINZUAR

**Modelo** F3-11

**Serie** 7997

**Mecanismo** Manual

**Ranurador** BRONCE

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** Laboratorio de Suelos

**Lugar de calibración** P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

**Fecha de calibración** 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

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

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

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LBS-069-2022

Página 2 de 3

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI AUTOMATION E.I.R.L.	Pie de Rey digital	L-0031-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr

Resultados

IMAGEN N° 01

Dimensiones	Aparato de Límite Líquido							Ramirador		
	Conjunto de la Cazuela			Base				Extremo Curvado		
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Curvado	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	2	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

TABLA N° 01

CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPELOR	2,10	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	27,10	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUÍA DEL ELEVADOR	47,10	+/- 1.5	OK
ESPESOR	52,08	+/- 5	OK
LARGO	152,44	+/- 5	OK
ANCHO	125,65	+/- 5	OK
HUELLA	5,93	+/- 13	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10,02	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10,09	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2,05	+/- 0.1	OK
ANCHO	13,40	+/- 0.1	OK

**Observaciones**

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



ARSOU GROUP S.A.C.

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

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arcevala Carrillo  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-130-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 2"
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	1
Diámetro	2"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arvalo Carnica  
METROLOGÍA



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Plie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

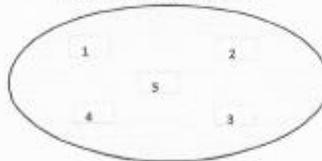
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	50,30	50mm	+/- 1,5 mm
N° 2	50,30	50mm	+/- 1,5 mm
N° 3	50,40	50mm	+/- 1,5 mm
N° 4	49,80	50mm	+/- 1,5 mm

PROMEDIO : 50,30 : OK

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
*Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica*  
**METROLOGÍA**



Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 1 1/2"
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	2
Diámetro	2"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PJ.3 DE OCTUBRE PSI 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C.**

**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
METROLOGÍA

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

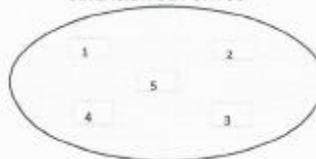
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	37,40	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 2	37,90	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 3	37,50	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 4	37,90	37,5mm	+/- 1,1 mm
N° 5	37,70	37,5mm	+/- 1,1 mm

**PROMEDIO** : **37,65** : **OK**

**UBICACION DE PUNTOS**





**Fecha de emisión** 2022/03/03

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

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

**Instrumento de medición** TAMIZ 1"

**Identificación** NO INDICA

**Marca** C & M

**Modelo** NO INDICA

**Serie** 3

**Diámetro** 8"

**Estructura** ACERO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO  
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

**Fecha de calibración** 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

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



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

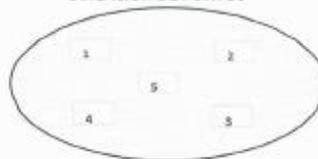
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	25,30	25mm	+/- 0,8 mm
N° 2	25,30	25mm	+/- 0,8 mm
N° 3	25,60	25mm	+/- 0,8 mm
N° 4	25,10	25mm	+/- 0,8 mm
N° 5	25,10	25mm	+/- 0,8 mm

PROMEDIO : 25,30 : OK

**UBICACION DE PUNTOS**





**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° LLA-133-2022**

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ 3/4"
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	4
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

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



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-134-2022

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2022/03/03

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

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

**Instrumento de medición** **TAMIZ 1/2"**

**Identificación** NO INDICA

**Marca** C & M

**Modelo** NO INDICA

**Serie** 5

**Diámetro** 8"

**Estructura** ACERO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO  
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

**Fecha de calibración** 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

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



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

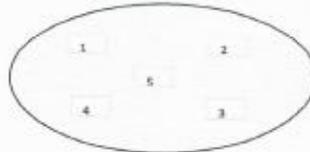
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	12,50	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 2	12,70	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 3	12,70	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 4	12,40	12,5mm	+/- 0,39 mm
N° 5	12,50	12,5mm	+/- 0,39 mm

PROMEDIO	12,60	:	OK
----------	-------	---	----

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C**

Ing. Hugo Luis Arevalo Camica  
METROLOGIA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-135-2022

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2022/03/03

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

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

**Instrumento de medición** TAMIZ 3/8"

**Identificación** NO INDICA

**Marca** C & M

**Modelo** NO INDICA

**Serie** 6

**Diámetro** 8"

**Estructura** ACERO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** P.J.3 DE OCTUBRE PSI 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO  
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

**Fecha de calibración** 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

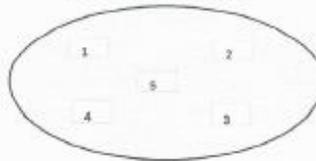
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	9,80	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 2	9,40	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 3	9,80	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 4	9,40	9,5mm	+/- 0,3 mm
N° 5	9,50	9,5mm	+/- 0,3 mm

PROMEDIO 9,60 : OK

UBICACION DE PUNTOS





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-136-2022

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2022/03/03

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

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

**Instrumento de medición** TAMIZ 1/4"

**Identificación** NO INDICA

**Marca** C & M

**Modelo** NO INDICA

**Serie** 7

**Diámetro** 8"

**Estructura** ACERO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** P.J.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO  
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

**Fecha de calibración** 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

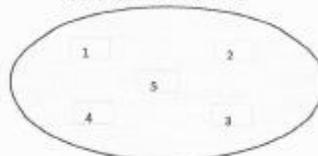
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	6,40	6,3mm	+/- 0,2 mm
N° 2	6,50	6,3mm	+/- 0,2 mm
N° 3	6,40	6,3mm	+/- 0,2 mm
N° 4	6,50	6,3mm	+/- 0,2 mm
N° 5	6,40	6,3mm	+/- 0,2 mm

PROMEDIO : 6,45 : OK

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.

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

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



Fecha de emisión 2022/03/03

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

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

Instrumento de medición **TAMIZ N° 4**

Identificación NO INDICA

Marca C & M

Modelo NO INDICA

Serie 8

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración Pj.3 DE OCTUBRE PSI 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO  
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

Fecha de calibración 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C**

*Hugo Luis Arévalo Carnica*  
METROLOGÍA



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

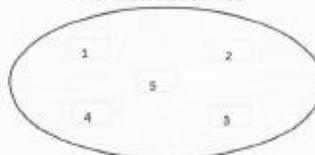
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	4,70	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 2	4,80	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 3	4,80	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 4	4,80	4,75mm	+/- 0,15 mm
N° 5	4,90	4,75mm	+/- 0,15 mm

PROMEDIO : 4,75 : OK

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C**

**Inga. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° LLA-138-2022**

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ N° 8
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	9
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Ple de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. *Ruggero* Luis Arévalo Cármona  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

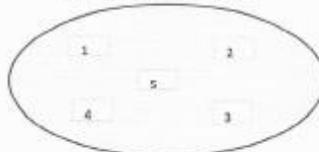
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	2,40	2,36mm	+/- 0,08 mm
N° 2	2,30	2,36mm	+/- 0,08 mm
N° 3	2,40	2,36mm	+/- 0,08 mm
N° 4	2,41	2,36mm	+/- 0,08 mm
N° 5	2,40	2,36mm	+/- 0,08 mm

PROMEDIO : 2,35 : OK

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.

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

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carmona  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-139-2022

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ N° 10
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	10
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



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

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arcevala Carlica  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

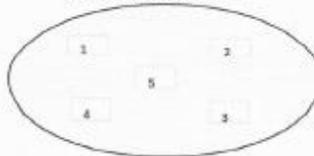
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	1,94	2mm	+/- 0,07 mm
N° 2	1,99	2mm	+/- 0,07 mm
N° 3	2,10	2mm	+/- 0,07 mm
N° 4	2,50	2mm	+/- 0,07 mm
N° 5	1,96	2mm	+/- 0,07 mm

PROMEDIO 1,97 : OK

UBICACION DE PUNTOS





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° LLA-140-2022**

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ N° 20
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	11
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PI.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

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

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 $\mu$ m	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

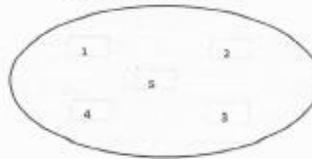
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN ( $\mu$ m)	LUZ	EMP
N° 1	841,00	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m
N° 2	876,00	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m
N° 3	848,00	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m
N° 4	881,00	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m
N° 5	845,00	850 $\mu$ m	+/- 35 $\mu$ m

PROMEDIO 858,50 : OK

UBICACION DE PUNTOS





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-141-2022

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2022/03/03

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

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

**Instrumento de medición** TAMIZ N° 30

**Identificación** NO INDICA

**Marca** C & M

**Modelo** NO INDICA

**Serie** 12

**Diámetro** 8"

**Estructura** ACERO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** PI.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO  
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

**Fecha de calibración** 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

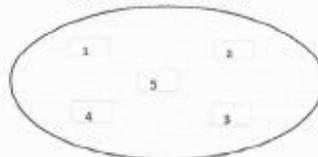
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	587,00	600µm	+/- 25 µm
N° 2	580,00	600µm	+/- 25 µm
N° 3	575,00	600µm	+/- 25 µm
N° 4	625,00	600µm	+/- 25 µm
N° 5	5578,00	600µm	+/- 25 µm

PROMEDIO : 583,50 : OK

UBICACIÓN DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.

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

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



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LLA-142-2022

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2022/03/03

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

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

**Instrumento de medición** TAMIZ Nº 40

**Identificación** NO INDICA

**Marca** C & M

**Modelo** NO INDICA

**Serie** 13

**Diámetro** 8"

**Estructura** ACERO

**Procedencia** PERÚ

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO  
CHIMBOTE/SANTA/ANCASH

**Fecha de calibración** 2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Hugo Luis Arévalo Cárnic  
METROLOGÍA

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 $\mu$ m	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

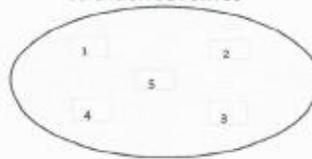
Resultados

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN ( $\mu$ m)	LUZ	EMP
N° 1	438,00	425 $\mu$ m	+/- 19 $\mu$ m
N° 2	428,00	425 $\mu$ m	+/- 19 $\mu$ m
N° 3	421,00	425 $\mu$ m	+/- 19 $\mu$ m
N° 4	438,00	425 $\mu$ m	+/- 19 $\mu$ m
N° 5	439,00	425 $\mu$ m	+/- 19 $\mu$ m

PROMEDIO : 433,00 : OK

UBICACION DE PUNTOS





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ Nº 50
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	14
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



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

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



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

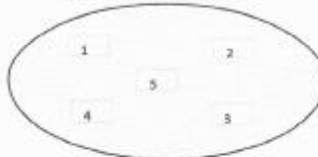
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	295,00	300µm	+/- 14 µm
N° 2	286,00	300µm	+/- 14 µm
N° 3	295,00	300µm	+/- 14 µm
N° 4	294,00	300µm	+/- 14 µm
N° 5	296,00	300µm	+/- 14 µm

PROMEDIO : 290,50 : OK

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

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



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° LLA-144-2022**

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ N° 100
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	15
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Ple de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
**METROLOGÍA**

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

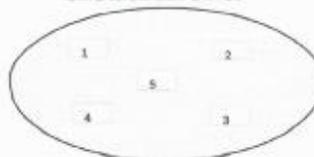
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	155,00	150µm	+/- 8 µm
N° 2	149,00	150µm	+/- 8 µm
N° 3	148,00	150µm	+/- 8 µm
N° 4	156,00	150µm	+/- 8 µm
N° 5	158,00	150µm	+/- 8 µm

PROMEDIO : 152,00 : OK

UBICACION DE PUNTOS





**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/03/03
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	TAMIZ Nº 200
Identificación	NO INDICA
Marca	C & M
Modelo	NO INDICA
Serie	16
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	PJ.3 DE OCTUBRE PSJ 10 Nro /C1-LOTE 5 y 6 NUEVO CHIMBOTE/SANTA/ANCASH
Fecha de calibración	2022/03/03

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

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

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

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



**ARSOU GROUP S.A.C.**

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

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 313 - 2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

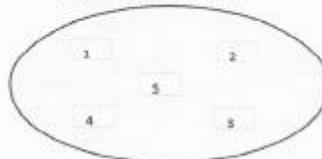
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	70,85	75µm	+/- 5 µm
N° 2	70,79	75µm	+/- 5 µm
N° 3	70,80	75µm	+/- 5 µm
N° 4	70,83	75µm	+/- 5 µm
N° 5	70,79	75µm	+/- 5 µm

PROMEDIO : 70,82 : OK

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C.

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

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

# Anexo 11: Análisis Térmico Diferencial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 29 de octubre del 2022

INFORME N° 1 - OCT-22

Solicitante:  Ramírez Villanueva Abel Jahel – Universidad César Vallejo

RUC/DNI: 60411791

Supervisor: .....

## 1. MUESTRA: Hoja de pino (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	HP-01O	13.1 mg	.....

## 2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

## 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 13.1 mg.

  
.....  
Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

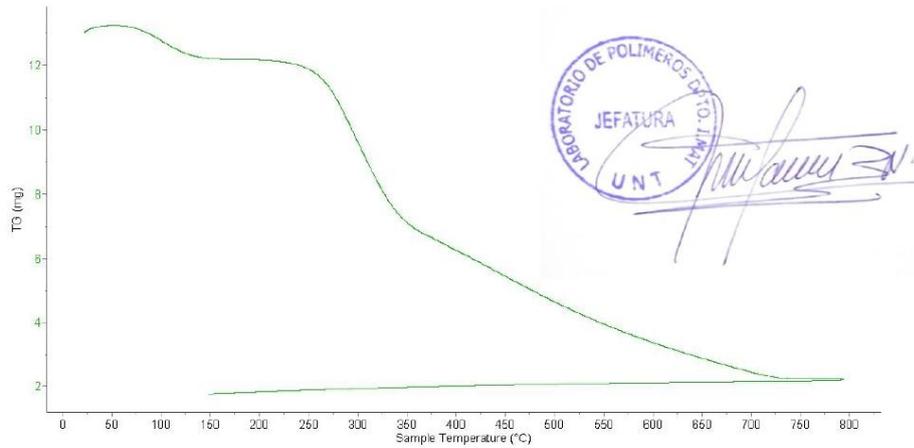


Trujillo, 29 de octubre del 2022

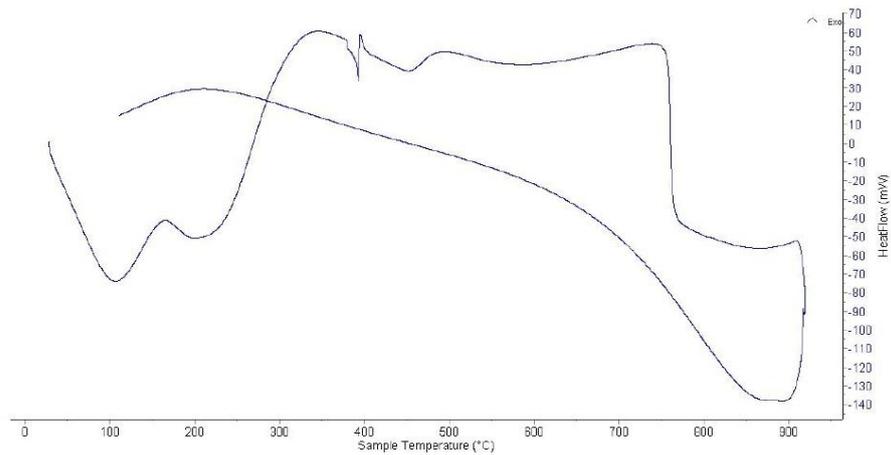
**INFORME N° 1 - OCT-22**

**4. Resultados:**

**I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.**



**II- Curva Calorimétrica ATD**





Trujillo, 29 de octubre del 2022

**INFORME N° 1 - OCT-22**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se percibe algunas caídas de la masa, donde las más importante son descensos que constituye pérdida de masa en la muestra, notándose una mayor velocidad de pérdida en el rango de 220 a 340°C y se aprecia que en las otras regiones se presenta un ritmo de pérdida más lenta de la masa. El material llega a perder aproximadamente 88% cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. Según el análisis calorimétrico, la curva muestra algunos picos endotérmicos a baja temperatura, las primeras a aproximadamente 100°C y a 200 ° C y otras a mayor temperatura, en torno a 390 y 450°C; finalmente se da una gran absorción a 750°C. Estas absorciones térmicas podrían significar algún cambio estructural y cambio en las características del material.

Trujillo, 29 de octubre del 2022



  
Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

  
-----  
Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953



Trujillo, 29 de octubre del 2022

**INFORME N° 2 - OCT-22**



Solicitante: **UNT** / Ramírez Villanueva Abel Jahel - Universidad César Vallejo

RUC/DNI: 60411791.

Supervisor: .....

**1. MUESTRA:** Tallo de Maíz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	TM-O2	17.7 mg	-----

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 17.7 mg.

**Jefe de Laboratorio:** Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:** Ing. Danny Chávez Novoa

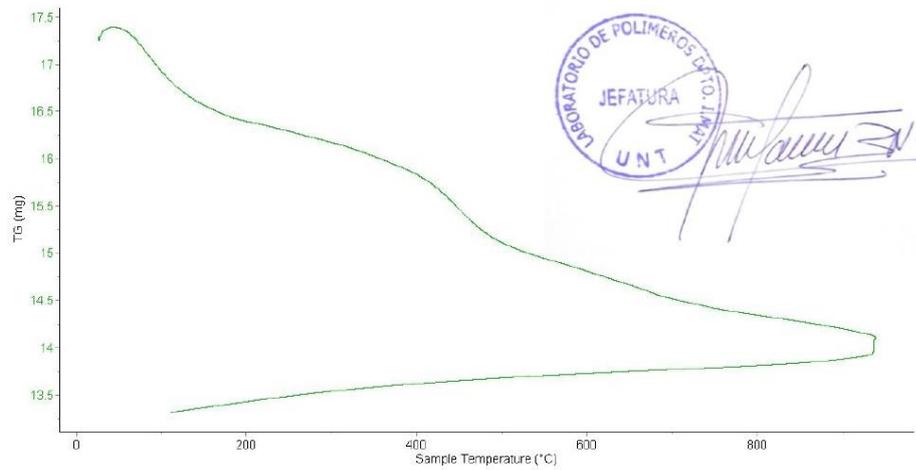


Trujillo, 29 de octubre del 2022

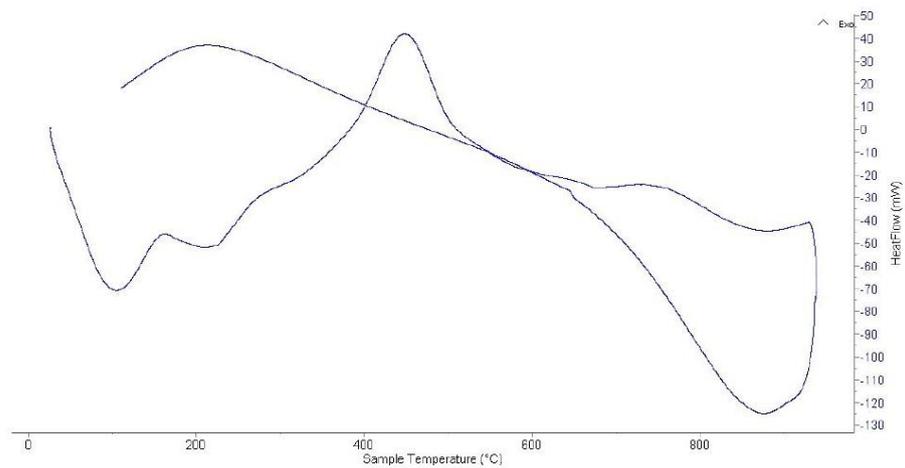
INFORME N° 2 - OCT-22

#### 4. Resultados:

##### I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



##### II- Curva Calorimétrica ATD



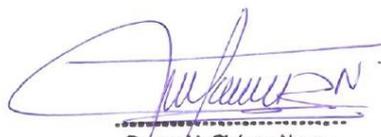


Trujillo, 29 de octubre del 2022

**INFORME N° 2 - OCT-22**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis termogravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se indica las pérdidas más importantes, la primera entre 70 y 140°C y la segunda en el rango entre 400 y 480°C, posteriormente la pérdida es progresiva. El material llega a perder un aproximado de 20% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. Según al análisis calorimétrico, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 120°C y a 220°C y posteriormente experimenta un pico exotérmico a 450°C aproximadamente y luego una pequeña banda exotérmica entre 700 y 800°C, lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades del material.



Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

Trujillo, 29 de octubre del 2022



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

## Anexo 13: Boleta de servicios



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

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



*Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com*

RUC	20604190640
<b>BOLETA DE VENTA</b>	
0001 - 000832	

**SEÑOR:** BR. DEZA ANGELES, CHRISTOPHER ANGGELO - BR. RAMIREZ VILLANUEVA, ABEL JAHEL

**DIRECCION RUC** NUEVO CHIMBOTE

**FECHA:** 26/10/22

CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCION DEL SERVICIO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	IMPORTE S/.
		ENSAYOS DE MATERIALES PARA LA TESIS - MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE MAÍZ - HOJA DE PINO, EN CALLE 5 A.H. SAN VALENTÍN, ANCASH – 2022	2	2970	2.970,00
1	SERVICIO				

**TOTAL S/.** 2.970,00

**ADQUIRIENTE**

## Anexo 14: Normativa



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

# **NORMA CE.010**

# **PAVIMENTOS URBANOS**

**LIMA – PERÚ**  
**2010**

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

## AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

AGGREGATES. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates

**2018-06-27**  
**3ª Edición**

R.D. N° 016-2018-INACAL/DN. Publicada el 2018-07-18

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregado, agregado grueso, agregado fino, gradación, tamizado, análisis granulométrico

## **SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos**

SOILS. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

**2014-06-26  
1ª Edición**

R.0056-2014/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-07-11

Precio basado en 26 páginas

I.C.S: 93.020

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: símbolos, unidades, terminologías, definiciones

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.127  
1998**

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

---

## **SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo**

Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock

1998-11-25  
1ª Edición

R.0062-98/INDECOPI-CRT/Pública el 98-12-12

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 93.020

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Suelo, método de ensayo, contenido de humedad, humedad

**SUELOS. Método de ensayo para la compactación del  
suelo en laboratorio utilizando una energía modificada  
(2,700 kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))**

SOILS. Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000  
ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))

**1999-12-29  
1ª Edición**

## SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece el Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.

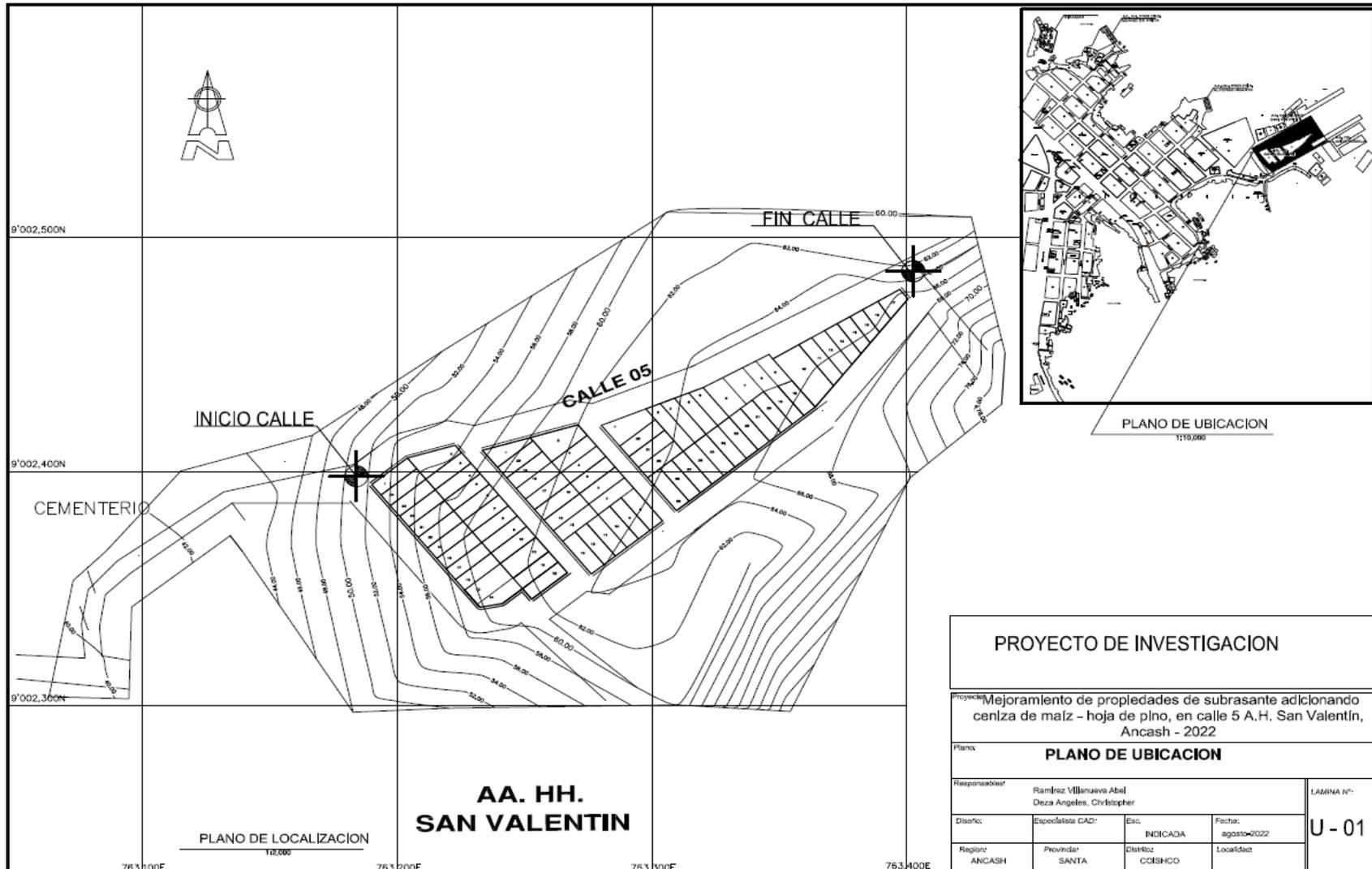
### 2. ALCANCE

2.1 Este método de ensayo comprende la determinación del CBR (Relación de Soporte de California) de subrasante de pavimentos, sub-base, base y materiales granulares de especímenes compactados en el laboratorio. El método de ensayo es para evaluar principalmente la resistencia de materiales cohesivos, de tamaño máximo de partículas menores a 19,0 mm (3/4 de pulg), sin embargo no se encuentra limitado a ello.

NOTA 1- La agencia que realice este ensayo puede ser evaluado de acuerdo a la Práctica D3740.

2.2 Cuando se ensayen materiales que tengan partículas de tamaño máximo mayores a 19 mm (3/4 de pulg), este método de ensayo proporciona la modificación de la graduación del material de manera que todo el material utilizado pase el tamiz de 19 mm (3/4 de pulg), mientras que toda la fracción de grava (+ N° 4 a 3 pulg) del suelo permanece igual. Ya que este método de preparación de la muestra ha sido usado tradicionalmente, para evitar el error inherente al ensayar materiales que contengan grandes partículas en el equipo de CBR, el material modificado puede tener propiedades de resistencia significativamente diferentes a las del material original. Sin embargo, mucha experiencia se ha desarrollado usando este método de ensayo con materiales cuya graduación ha sido modificada, estando en uso métodos de diseño satisfactorios que se basan en los resultados de ensayos de acuerdo a este procedimiento.

Anexo 15: Mapas Y Planos



**Anexo 16. Panel fotográfico**



**Imagen 01:** Recolección de hojas de pino



**Imagen 077:** Recolección de tallo de maíz



**Imagen 03: Calicata 01**



**Imagen 04: Calicata 02**



**Imagen 05:** Calicata 03



**Imagen 06:** Secado al aire de las hojas de pino



**Imagen 07:** Secado al aire del tallo de maíz



**Imagen 08:** Pre quemado de tallo de maíz



**Imagen 09:** Pre quemado de hoja de pino



**Imagen 10:** Tamizado de las muestras de las calicatas



**Imagen 11:** Peso del resultante de la muestra por el tamiz



**Imagen 12:** Tamizados de las muestras de las calicatas



**Imagen 13:** Ensayos de Límites de Atterberg



**Imagen 14:** Ensayos de Límites de Atterberg



**Imagen 15:** Ensayos de Límites de Atterberg



**Imagen 16:** Ensayos de proctor modificado



**Imagen 17:** Ensayos de CBR



**Imagen 18:** Ensayos de CBR a las muestras con cenizas



**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 - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento de propiedades de subrasante adicionando ceniza de maíz - hoja de pino, en calle 5 A.H. San Valentín, Ancash - 2022", cuyos autores son RAMIREZ VILLANUEVA ABEL JAHEL, DEZA ANGELES CHRISTOPHER ANGGELO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 13 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 09389936 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 13- 12-2022 15:02:19

Código documento Trilce: TRI - 0486117