



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de
madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres,
Huancavelica-2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Br. Camacllanqui Ccoillar, Gino Josué (ORCID: 0000-0001-6532-9526)

Br. Rivera Cervantes, Jhonatan Stiven (ORCID: 0000-0002-2914-1531)

ASESOR:

Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a nuestros padres por su apoyo incondicional en darnos todo para lograr este objetivo, a nuestros familiares por su tiempo animándonos a cumplir el sueño de ser ingenieros.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a nuestro docente asesor Dr. Ing. Vargas Chacaltana Luis Alberto por su paciencia, guía y apoyo constante en el desarrollo de la investigación.

A la Universidad César Vallejo por la oportunidad de hacernos parte de su grupo de alumnos con la meta de ser profesionales y llevar en alta la institución.

A nuestras familias y amigos por brindarnos el apoyo y fortaleza para jamás rendirnos en el camino que es el de ser profesionales

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	i
Indice	iv
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCOTEORICO.....	6
III. METODOLOGIA	60
3.1 Tipo y Diseño de investigación.....	61
3.2 Variables y Operacionalización.....	62
3.3 Población, Muestra y Muestreo	62
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	63
3.5 Procedimientos.....	64
3.6 Método de Análisis de datos.....	64
3.7 Aspectos éticos	65
IV. RESULTADOS	66
V. DISCUSIÓN.....	92
VI. CONCLUSIÓN.....	105
VII.RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS	109
ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1: Matriz de consistencia	
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables	
Anexo 3: Cuadro de porcentaje de dosificación y resultados	
Anexo 4: Informe de opinión sobre instrumento de investigación científica	
Anexo 5: Ensayos de plasticidad, compactación y CBR	
Anexo 6: Certificados de calibración de equipos de ensayos	
Anexo 7: Pantallazo Turnitin	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la ceniza de bagazo de caña	17
Tabla 2. Sistema de Clasificación del suelo según AASHTO.....	23
Tabla 3. Clasificación según (SUCS), para suelos tipo grava	24
Tabla 4. Clasificación según (SUCS), para suelos arenosos	25
Tabla 5. Clasificación según (SUCS), para suelos limosos y arcillosos	25
Tabla 6. Símbolos del suelo según (SUCS)	26
Tabla 7. Características y usos del suelo (SUCS)	26
Tabla 8. Diferencias entre gravas y arenas.....	27
Tabla 9. Diferencias entre arenas y limos	27
Tabla10. Diferencias entre limos y arcillas.....	28
Tabla11. Categorías y CBR de la sub rasante	29
Tabla12. Selección del tamaño de muestra de prueba	31
Tabla13. Tamaño de mallas estándar	32
Tabla14. Clasificación de suelos según tamaño de partículas.....	34
Tabla15. Método para hallar la resistencia a la flexión utilizando la resistencia a compresión	57
Tabla16. Ubicación y descripción técnica de las calicatas	72
Tabla17. Granulometría de la muestra de la calicata C-01 en estado natural	75
Tabla18. Resultado de clasificación SUCS, AASHTO y contenido de humedad de la C-01	76
Tabla19. Resultado de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de C-01 al suelo natural y 7%, 13% y 18% de cenizas de madera	82
Tabla20. Resultado de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de C-01 al suelo natural y 7%, 13% y 18% de fibra de coco.....	82
Tabla21. Cuadro comparativo de resultado de Proctor modificado de la muestra C-01+ dosificaciones de 7%, 13% y 18% de cenizas de madera	87
Tabla22. Cuadro comparativo de resultado de Proctor modificado de la muestra C-01+ dosificaciones de 7%, 13% y 18% de fibra de coco	88
Tabla23. Cuadro de resultado de CBR de la muestra C-01+ dosificaciones de 7%, 13% y 18% de cenizas de madera.	90
Tabla24. Cuadro de resultado de CBR de la muestra C-01+ dosificaciones de 7%, 13% y 18% fibra de coco	90

índice de figuras

Figura 1. Fibras Naturales	13
Figura 2. Corte longitudinal del coco y sus partes	14
Figura 3. Fibra de coco	15
Figura 4. Cenizas de bagazo de azúcar	15
Figura 5. Procedimiento de las cenizas	16
Figura 6. Esquema del proceso de obtención de cenizas.....	19
Figura 7. Equipo de Laboratorio para Difracción de Rayos X	20
Figura 8. Rodillo compactador	22
Figura 9. Capacidad portante del suelo	30
Figura 10. Gráfica granulométrica	33
Figura 11. Curva granulométrica de suelos	34
Figura 12. Estructura del suelo según su peso específico	35
Figura 13. Fórmulas del suelo para hallar su peso específico	35
Figura 14. Cuchara de Casagrande	36
Figura 15. Estados de suelo, límite de plasticidad	37
Figura 16. Cilindros de muestra.....	37
Figura 17. Curvatura de compactación, se obtiene el óptimo contenido de humedad y la masa específica	39
Figura 18. Equipo de comparación de proctor modificado	39
Figura 19. Definición gráfica del CBR de laboratorio	41
Figura 20. Materiales para ensayo CBR	41
Figura 21. Pavimento	42
Figura 22. Estructura del pavimento flexible	43
Figura 23. Estructura del pavimento rígido	44
Figura 24. Diferencias de transmisión de carga de un pavimento flexible y rígido	45
Figura 25. Estructura del pavimento de concreto simple	46
Figura 26. Estructura del pavimento de concreto simple vista en perfil	46
Figura 27. Pavimento de concreto simple sin pasador	47
Figura 28. Pavimento de concreto simple con pasador	47
Figura 29. Estructura del pavimento reforzado con junta	48

Figura 30. Estructura del pavimento reforzado con junta vista en perfil	48
Figura 31. Pavimento de concreto reforzado con junta	49
Figura 32. Estructura del pavimento de concreto reforzado continuo	50
Figura 33. Pavimento de concreto reforzado de forma continua	50
Figura 34. Tipos de fisuras en un pavimento rígido	51
Figura 35. Componentes principales del pavimento rígido	51
Figura 36. Junta de dilatación tipo I	52
Figura 37. Junta de dilatación tipo II	52
Figura 38. Resistencia a la compresión	55
Figura 39. Ensayo de la compresión del concreto	56
Figura 40. Ensayo a flexión ASTM C890	58
Figura 41. Curva esfuerzo-deformación	58
Figura 42. Localización geográfica del proyecto	68
Figura 42. Ubicación del distrito de Huancavelica en el mapa de Huancavelica ..	68
Figura 44. Ubicación del distrito de Huancavelica en el mapa del Perú.....	69
Figura 45. Excavación de calicata 01	70
Figura 46. Excavación de calicata 02	70
Figura 47. Calicata 01	71
Figura 48. Calicata 02	71
Figura 49. Recolección de muestras de calicata 01.....	72
Figura 50. Recepción de materiales de calicata en laboratorio	74
Figura 51. Ceniza de fibra de coco	74
Figura 52. Curva de la granulometría de la muestra de calicata 01 en estado natural.....	76
Figura 53. Realizando ensayos para determinación de límite líquido	77
Figura 54. Ensayos de límites de ATTERBERG Límite líquido	77
Figura 55. Diagrama de fluidez del suelo natural	78
Figura 56. Diagrama de fluidez de la muestra C-01+7 % de cenizas de madera ..	78
Figura 57. Diagrama de fluidez de la muestra C-01 + 7 % de cenizas de coco ..	79
Figura 58. Diagrama de fluidez de la muestra C-01+13% de cenizas de madera.	79
Figura 59. Diagrama de fluidez de la muestra C-01+13% de cenizas de coco ...	80

Figura 60. Diagrama de fluidez de la muestra C-01 + 18 % de cenizas de madera	80
Figura 61. Diagrama de fluidez de la muestra C-01+18% de cenizas de coco. ...	81
Figura 62. Diagrama de relación óptimo contenido de humedad-densidad máxima del suelo natural.....	83
Figura 63. Diagrama relación óptimo contenido de humedad-densidad máxima seca de la muestra C-01+7% de cenizas de madera.	84
Figura 64. Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 7 % de cenizas de coco.....	84
Figura 65. Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 13 % de cenizas de madera.	85
Figura 66. Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 13 % de cenizas de coco	85
Figura 67. Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 18 % de cenizas de madera.	86
Figura 68. Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 18 % de cenizas de coco.....	86
Figura 69. Realizando apizonamiento para determinar la compactación o densidad máxima del suelo	89

RESUMEN

El desarrollo de un país depende principalmente de la infraestructura vial, ya que a través de ellas se pueden interconectar poblaciones lejanas con rapidez y a diversas partes, asimismo se puede promover actividades tales como el comercio, turismo y dar oportunidades a nuevos mercados en crecimiento, es por eso que las carreteras deben de ser de calidad y perdurar con el paso del tiempo. No obstante, uno de los problemas por el cual estas poblaciones no cuentan con una carretera de calidad es que no todos los suelos de fundación tienen la adecuada resistencia debido a la alta presencia de arcilla y/o limos. Es por eso que en la actualidad se están aplicando muchas técnicas o métodos para aumentar la resistencia como la cal, cemento, aditivos, entre otros, y que se usan de acuerdo a las características del suelo.

En el Perú de acuerdo al informe del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) el 89.9% de la red vial departamental o regional no se encuentran asfaltadas, asimismo el 89% de la red vial vecinal o rural no se encuentra pavimentada o se encuentran en mal estado debido a que los suelos de estas zonas que presentan alta inestabilidad, tal es el caso de la red vial vecinal Andrés Avelino Cáceres, este tipo de suelo presenta alta cantidad de arcilla y será mejorado empleando el método de estabilización de suelos por el método de adición de productos orgánicos, la que consiste en usar cenizas de madera y fibra de coco.

Estos materiales de por si actualmente son considerados como residuos o desperdicios, pero recientes estudios revelan que estas cenizas contienen propiedades químicas similares a las del cemento y pueden usarse como material estabilizante o como conglomerante en la construcción.

Palabras clave: Cenizas de coco y madera, subrasante, estabilización.

ABSTRACT

The development of a country depends mainly on the road infrastructure, since through them distant populations can be interconnected quickly and in various parts, it can also promote activities such as trade, tourism and give opportunities to new growth markets. For this reason, the roads must be of quality and last over time. However, one of the problems why these towns do not have a quality road is that not all foundation soils have adequate resistance due to the high presence of clay and / or silt. That is why many techniques or methods are currently being applied to increase resistance such as lime, cement, additives, among others, and that they are used according to the characteristics of the soil.

In Peru, according to the report of the Ministry of Transport and Communications (MTC), 89.9% of the departmental or regional road network is not paved, likewise 99% of the neighborhood or rural road network is not paved or is in poor condition due to the fact that the soils in these areas are highly unstable. Such is the case of the Andrés Avelino Cáceres neighborhood road network; this type of soil has a high amount of clay and must be improved with the previously mentioned method or by the stabilization method proposed in this research. The one that consists of using wood ash and coconut fibers in soil stabilization.

These materials by themselves are currently considered as waste or waste, but recent studies reveal that these ashes contain chemical properties similar to those of cement and can be used as stabilizing material or as a binder in construction.

Keywords: Coconut and wood ash, subgrade, stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En los principales lugares del mundo, el desarrollo de cada país depende de su infraestructura vial, mediante el cual se le concede empalmar una vía terrestre al país para el transporte de gente y de carga, relacionando tareas productivas, de turismo y servicio; para ello es necesario que las estructuras que conforman un pavimento que cumplan los requisitos primordiales. Es conformado y reconocido que, la colectividad de redes viales en el mundo presenta problemas por el tipo de suelo que presenta la subrasante, las limitaciones en gran parte de la red vial dejan mucho que desear. La condición de los pavimentos es regular o malo, con una preferencia que observa un daño acelerado. Una pequeña parte de las condiciones está en estado regular en los pavimentos. Algunos países en el mundo tratan de salir de estos escasos llamada pavimento, por ello; cada vez vemos mejora y nuevos métodos, pero esto no quiere decir que está arreglado el problema definitivamente. El origen principal es la humedad que origina mayormente las lluvias, y los suelos blandos, por lo cual se ido mejorando con productos químicos, naturales que al incluirlo o mezclarlo cambia su comportamiento mecánico.

En Colombia-Bogotá la red vial no se encuentra en óptimas condiciones, esto genera que se encuentre fallas como el bacheo y los hundimientos que se define como un movimiento en forma vertical por las variaciones del nivel freático, causan grandes o largas depresiones en el mismo. Puede generar problemas grandes de inseguridad a los vehículos y a la población, especialmente cuando contienen un nivel freático alto, esto ocurre por el malo estudio o conformación del suelo o subrasante. Por cuestiones climática y estudio de geología, ya que, por ser el país con mayor precipitación en el mundo 3.240 mm por año. Para que exista un buen proyecto vial de calidad se tiene que tener en cuenta los tipos de suelo donde esta se va adecuar, de lo contrario esta vía no tendrá un óptimo funcionamiento ya que los suelos inestables es el principal problema en las estructuras que conforman los pavimentos.

En nuestro país, la comunicación es el desarrollo principal, por ello se interrelacionan con distritos, provincias y departamentos, para así se pueda llevar relaciones económicas culturales y turísticas. La infraestructura vial en gran mayoría es afecta por nivel freático que se presenta en la subrasante y mucho

influye también la climatización y geología. En el departamento de Huancavelica, la subrasante presenta poca capacidad portante $CBR < 3$, por lo cual, emplearemos cenizas de fibras de coco y de madera a fin de comparar cuál de ellas tiene un mejor comportamiento que ayudara a mejorar la resistencia de la subrasante, por ello se mejorara con obtener una baja plasticidad.

En la Región Huancavelica los accesos de las principales vías se encuentran desatendidas, es por ello; algunas avenidas buscan lograr mejorar el comportamiento de las propiedades mecánicas y por ende la estructura del pavimento para beneficio de los residentes, vecinos y visitantes. Mediante este escenario emprendo el desarrollo de esta investigación que se realizará en esta zona con el propósito de contribuir y aportar a la sociedad, y sobre todo empleando productos que actualmente son considerados como residuos y no están siendo reutilizados afectando el Medio Ambiente.

Es por ello que en la actual investigación se ha planteado el siguiente **problema general**: ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la sub rasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021?

Problemas específicos: ¿Cómo influye las cenizas de madera y de fibra de coco en la plasticidad de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021? ¿Cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en la compactación de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021? ¿Cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en la resistencia de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021? ¿Cómo influye la dosificación de las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la sub rasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021?

Justificación de la investigación

Justificación teórica Generará nuevos conocimientos y un precedente para mejorar la estructura mediante el uso de cenizas de madera y fibra de coco reemplazando a otros productos que son utilizados comúnmente y son económicamente muy caros. La presente investigación tiene su importancia en lo teórico, ya que aportará teorías relacionadas al tema y comparaciones de autores

sobre el mejoramiento de la subrasante con la incorporación de los productos antes mencionados.

Justificación metodológica: El presente tiene su importancia en la metodología ya que se aplicará instrumentos como la guía de la observación, así mismo se llevará a cabo diferentes ensayos de mecánicas de suelos, los cuales permitirán la obtención de datos y desarrollo confiable del proyecto, con la finalidad de conocer el comportamiento de la subrasante mejorado con cenizas de madera y fibra de coco.

Justificación Técnica, esta investigación lograra contribuir con la diversa gama de refuerzos que existen en estudios realizados, la incorporación de estas cenizas de madera y cenizas de fibra de coco reemplazando a otros materiales comúnmente empleados y que económicamente son no muy rentables para las obras de infraestructura, para tal fin los ensayos nos darán datos más precisos de la ductilidad, aumento de sus propiedades mecánicas, así como de su capacidad estructural.

Justificación social: Proponemos mejorar la subrasante con la incorporación de cenizas de madera y fibra de coco es directamente proporcional al beneficio de la población ya que ayudará a que los ciudadanos gocen de carreteras en buenas condiciones de tránsito y no se vean perjudicados por el estado de las vías. La propuesta es viable en comparación a otras propuestas, que tienen un elevado costo, en cambio las cenizas de madera y fibras de coco, se pueden realizar de manera artesanal y son muy resistentes. La presente investigación tiene su importancia en el conocimiento del problema de la zona en estudio en la búsqueda de alternativas de solución en la aplicación de estabilizantes económicos por ello se elaboró un cuadro comparativo de precios de los estabilizadores empleados en obra tomando como referencia el cemento, cal, emulsiones, geo sintéticos entre los principales y más utilizados, concluyendo que las cenizas de madera y fibras de coco resultan ser la alternativa más económica que se puede emplear con el fin de mejorar el comportamiento de la subrasante en cuanto a su resistencia.

Hipótesis:

Hipótesis general: Las cenizas de madera y fibra de coco influyen en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021

Hipótesis específicas: Las cenizas de madera y fibra de coco influyen en la plasticidad de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021
Las cenizas de madera y fibra de coco influyen en la compactación de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021. Las cenizas de madera y fibra de coco influyen en la resistencia de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021. La dosificación de cenizas de madera y fibra de coco influyen en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021.

Objetivos:

Objetivo general: Determinar cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021

Objetivos específicos: Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la plasticidad de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021. Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la compactación de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021. Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la resistencia de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021. Determinar la influencia de la dosificación de las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** se tiene a Cañar (2017), cuyo **objetivo** es Evaluar los Resultados de Resistencia al Corte entre los suelos arenosos finos y arcillosos, y el comportamiento mecánico de las estabilizaciones de los suelos arenosos finos y arcillosos con cenizas de carbón, con el fin de determinar las mejores condiciones para su uso. La **metodología** es de tipo exploratorio, descriptivo y explicativo y diseño experimental, los **resultados** fueron, la muestra patrón a suelo natural CH presentó, un CBR de 9.30%, además presentó un OCH de 26.60% y MDS de 1.30 g/cm³. Se empleó cenizas de carbón (CC) y tras su incorporación en diferentes porcentajes de 20, 23 y 25% se obtuvo los siguientes **resultados**. Con la incorporación del 20% de CC se obtuvo: CBR de 9.30 a 10.20%; MDS de 1.30 a 1.31 g/cm³; OCH de 26.60 a 29.10%. La incorporación del 23% de CC: CBR de 9.30 a 10.20%; MDS de 1.30 a 1.32 g/cm³; OCH de 26.60 a 29.60%. La incorporación del 25% de la CC: CBR de 9.30 a 11.20%; MDS de 1.30 a 1.32 g/cm³; OCH de 26.60 a 30.40%. Se **concluyó** que es recomendable emplear 25% de CC para estabilizar un suelo CH, ya que aumenta su CBR y OCH; y a la vez casi mantiene su MDS.

Cobos, Ortegón y Peralta (2019), cuyo **objetivo** es Evaluar el comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza proveniente cáscara de coco y cisco de café. La **metodología** es experimental. Los **resultados** fueron, la muestra patrón a suelo natural SM presentó, un CBR de 76.67%, además presentó un OCH de 39.27% y MDS de 1.07 g/cm³. Se empleó cenizas de cáscara de coco (CCO) y tras su incorporación en diferentes porcentajes de 5, 10 y 15% se obtuvo los siguientes **resultados**. Con la incorporación del 5% de CCO se obtuvo: CBR de 76.67 a 70.22%; MDS de 1.07 a 1.03 g/cm³; OCH de 39.27 a 38.14%. La incorporación del 10% de CCO: CBR de 76.67 a 85.32%; MDS de 1.07 a 0.99 g/cm³; OCH de 39.27 a 51.17%. La incorporación del 15% de la CCO: CBR de 76.67 a 101.55%; MDS de 1.07 a 0.99 g/cm³; OCH de 39.27 a 42.10%. Se **concluyó** que es recomendable emplear 15% de CCO para estabilizar un suelo SM, ya que aumenta su CBR y OCH; y ligeramente disminuye su MDS.

Clavería, Triana y Varón (2018) cuyo **objetivo** es Caracterizar el comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza de cascarilla de arroz y bagazo de caña como material de sub rasante. La **metodología** es RANCODES, los **resultados** fueron, la muestra patrón a suelo natural SM presentó,

un CBR de 76.67%, además presentó un OCH de 39.27% y MDS de 1.15 g/cm³. Se empleó cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y tras su incorporación en diferentes porcentajes de 5, 10 y 15% se obtuvo los siguientes **resultados**. Con la incorporación del 5% de CBCA se obtuvo: CBR de 76.67 a 62.28%; MDS de 1.15 a 1.11 g/cm³; OCH de 39.27 a 38.69%. La incorporación del 10% de CBCA: CBR de 76.67 a 83.00%; MDS de 1.15 a 0.98 g/cm³; OCH de 39.27 a 54.00%. La incorporación del 15% de la CBCA: CBR de 76.67 a 99.13%; MDS de 1.15 a 0.96 g/cm³; OCH de 39.27 a 47.61%. Se **concluyó** que es recomendable emplear 15% de CBCO para estabilizar un suelo SM, ya que aumenta su CBR y OCH; y a la vez casi mantiene su MDS.

Como **antecedentes nacionales** se tiene a Goñas (2019) cuyo **objetivo** es la estabilización de suelos con ceniza de carbón proveniente de la industria ladrillera, localizada en el distrito de Chachapoyas, con el fin de mejorar las características de soporte que ofrecen estos suelos a nivel de subrasante en el anexo 16 de Octubre; a la ceniza utilizada se denomina "CC" (Ceniza de Carbón) y los porcentajes (tratamientos) de CC empleadas en esta investigación fueron del 15, 20 y 25%. La **metodología** es de diseño experimental, los **resultados** fueron, la muestra patrón a suelo natural CH presentó, un IP de 24%, CBR de 2.10%, además presentó un OCH de 18.20% y MDS de 1.449 g/cm³. Se empleó cenizas de carbón (CC) y tras su incorporación en diferentes porcentajes de 15, 20 y 25% se obtuvo los siguientes **resultados**. Con la incorporación del 15% de CC se obtuvo: IP de 24 a 21%, CBR de 2.10 a 2.30%; MDS de 1.449 a 1.457 g/cm³; OCH de 18.20 a 19.10%. La incorporación del 20% de CC: IP de 24 a 19%, CBR de 2.10 a 2.90%; MDS de 1.449 a 1.487 g/cm³; OCH de 18.20 a 21.50%. La incorporación del 25% de la CC: de IP de 24 a 16%, CBR de 2.10 a 3.50%; MDS de 1.449 a 1.494 g/cm³; OCH de 18.20 a 24.70%. Se **concluyó** que es recomendable emplear 25% de CC para estabilizar un suelo CH, ya que aumenta su CBR, MDS y OCH; y disminuye su IP.

Médina (2020), cuyo **objetivo** es determinar cuál es el efecto de la adición de aserrín y la ceniza de carbón en las propiedades mecánicas de suelos de subrasante, Carabayllo, Lima 2019. La **metodología** es de tipo aplicada y diseño experimental. Los **resultados** fueron, la muestra patrón a suelo natural SC presentó, un CBR de 18.10%, además presentó un OCH de 9.10% y MDS de 1.908

g/cm³. Se empleó cenizas de carbón (CC) y tras su incorporación en diferentes porcentajes de 20, 25 y 30% se obtuvo los siguientes **resultados**. Con la incorporación del 20% de CC se obtuvo: CBR de 18.10 a 24.10%; MDS de 1.908 a 1.981 g/cm³; OCH de 9.10 a 10.20%. La incorporación del 25% de CC: CBR de 18.10 a 26.60%; MDS de 1.908 a 2.004 g/cm³; OCH de 9.10 a 12.80%. La incorporación del 30% de la CC: CBR de 18.10 a 29.20%; MDS de 1.908 a 1.962 g/cm³; OCH de 9.10 a 14.00%. Se **concluyó** que es recomendable emplear 30% de CC para estabilizar un suelo SC, ya que aumenta su CBR, MDS y OCH.

Rimachi y Sánchez (2019, cuyo **objetivo** es determinar la factibilidad de la estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5, 1.5, 3, 5 y 8% a nivel de la subrasante en el sector de Lampanin Distrito de Cáceres del Perú provincia del Santa, Ancash – 2019. La **metodología** es de método cuasi experimental y diseño transversal. Los **resultados** fueron, la muestra patrón a suelo natural A-2-4(0) presentó, un CBR de 5.69%, además presentó un OCH de 5.30% y MDS de 1.56 g/cm³. Se empleó cenizas de carbón (CCO) y tras su incorporación en diferentes porcentajes de 0.5, 1.5, 3, 5 y 8% se obtuvo los siguientes **resultados**. Con la incorporación del 0.5% de CCO se obtuvo: CBR de 5.69 a 11.25%; MDS de 1.56 a 1.78 g/cm³; OCH de 5.30 a 9.10%. La incorporación del 1.5% de CCO: CBR de 5.69 a 11.71%; MDS de 1.56 a 1.86 g/cm³; OCH de 5.30 a 9.40%. La incorporación del 3% de la CCO: CBR de 5.69 a 16.54%; MDS de 1.56 a 1.95 g/cm³; OCH de 5.30 a 6.70%. La incorporación del 5% de CCO: CBR de 5.69 a 18.26%; MDS de 1.56 a 1.78 g/cm³; OCH de 5.30 a 9.10%. La incorporación del 8% de la CCO: CBR de 5.69 a 15.80%; MDS de 1.56 a 1.88 g/cm³; OCH de 5.30 a 8.50%. Se **concluyó** que es recomendable emplear 5% de CCO para estabilizar un suelo A-2-4 (0), ya que aumenta su CBR, MDS y OCH.

Como **antecedentes en otros idiomas** se tiene a Hailu, (2016), had as a general objective, In this study chemical stabilizer are considered. Chemical stabilizers can generally be categorized in to two broad categories: conventional and unconventional stabilizers. Conventional stabilizers such as cement lime, fly ash, and bituminous products have been intensely researched, and their fundamental stabilization mechanisms have been identified. Unconventional soil stabilizers are additives consist of a variety of chemical agents that are diverse in their composition

and in the way they interact with the soil. In this research ANSS (Anyway Natural Soil Stabilizer) which is categorized as unconventional chemical stabilizers used to analyze the effect of stabilizer on engineering properties of expansive soils. A case study has been made on Addis Ababa City roads which are constructed on expansive soils are taken, its methodology is experimental, I finally conclude, In the laboratory, the native soil was combined with different dosages of the stabilizer 2%, 4%, 6% and 8% to find out the optimum dosage of stabilizer. From the laboratory test results it is confirmed that 6% is an optimum dosage of stabilizer for the typical expansive soil in the study area. Using this optimum dosage of chemical stabilizer cost and time comparison have been made with the conventional way of construction xv. As it has been observed from the analysis, treated expansive soil with 6% of the chemical stabilizer improves the bearing capacity and Plasticity of the soil to a required level and it saves around 30% of the cost and 42% of the time of road construction in a the city which is constructed in a conventional way, however the performance duration of the stabilizer shall be studied further in the future, as the road which have been done with same technology shall be evaluated after some service years.

Rasul, (2016), had as a general objective, the objective of this research is to see the results of pavement design, developing an analytical methodology that therefore in effect of seasonal variations will be considered in underground and stabilized soils its methodology is experimental, I finally conclude, the road pavement design in Kurdistan is based on ASSHTO 1993. Therefore, it was carried out that this method is not satisfactory since the local soils and stabilized soils are not the desired ones, in order to improve this development, the environmental development and design applied in materials was improved. For this reason, a finite element model was carried out that made three types of underground soil moisture content, UCS, resilience module, with this we determine the deformation behavior. 2%, 4% cement and a combination of 6% cement and 3% lime have been taken. Laboratory results were obtained to specify the modulus of soil resilience and types of stabilizers, this determines the finite element procedures such as deformations in underground soils to improve the desired design.

Guo (2015), having as a general objective: Design a method of soil stabilization by incorporating biopolymers. This research is experimental design and finally

concludes the following points: a) The stiffness of the samples generally decreased with increasing biopolymers content, and the stress-strain conduct initially showed a slight reduction in ductility at 1 and 6 hours, but eventually showed an increase in ductility after a curing time of 30 days. b) The unconfined compressive energy extended with curing time for all specimens. For a 7-day curing time, the unconfined compressive electricity of the untreated specimens extended greater unexpectedly than for the biopolymers-amended specimens. For curing instances longer than 7 days, the unconfined compressive electricity of stabilized loess soil improved quicker than that of untreated loess soil.

Como **artículos científicos** están considerados a Lozano, Ruíz y Alfonso, (2015), cuyo objetivo: la mejora de materiales para la subrasante, la investigación de tipo aplicada, concluye que, En Colombia los escasos de carreteras en buen estado están cada vez en decadencia, ya por la falta de economía y por malos uso de financiamientos. Tomaremos la maleza de caña como estabilizador para la vía terciaria y así mejorar con poco presupuesto el suelo; en la actualidad vemos como hay métodos diferentes para poder mejorar un suelo, ya sea con material reciclado o algún químico a bajo costo, por ello la maleza de caña producirá un impacto socioeconómico y renovable; es por esta razón, que analizaremos la resistencia que puede dar este aditivo orgánico y así mejorar la subrasante. En los ensayos de laboratorio determinaremos la condición del suelo y así poder agregar el aditivo orgánico para estabilizar el suelo, así sacaremos muchas conclusiones y recomendaciones para su uso adecuado al ponerlo en práctica.

Souto y Losada (2016), tiene como objetivo principal: Explicarnos que hay varios métodos de refuerzo de terreno y evaluar cuál es la opción más factible analizando el tiempo y costo que este refuerzo requiera. Asimismo, explicarnos que el refuerzo de terreno se puede clasificar en sustitución, reducción de humedad, refuerzo del suelo, adición de cemento o cal, térmicos e instalación de geo sintéticos. El tipo de investigación empleado es aplicado con diseño experimental, Para ellos concluyo lo siguiente: a) En caso de que el tipo de terreno sea demasiado inestable, se podría combinar técnicas de mejora y así obtener los resultados deseables. b) Es necesario contar con una Asistencia Geotécnica en los proyectos y su necesaria prolongación durante la fase de ejecución para realizar un análisis crítico de las soluciones adoptadas.

Huaquisto (2015), tiene como objetivo principal: Evaluar la influencia que tiene el hidrocarburo residual en el mejoramiento físico – mecánico del suelo fino. El tipo de investigación es de alcance correlacional con diseño experimental, Para ello concluyo lo siguiente: a) El aceite residual favorece aumentando la densidad seca máxima en el rango de 2% al 4%. Reduciéndose esta, cuando aumenta el contenido de aceite a más del 4%. b) La resistencia a compresión simple y cohesión se reducen con el incremento del aceite residual. c) Los factores físicos del suelo como el límite líquido, limite plástico, índice de plasticidad y contenido de humedad optimo son reducidos con el aumento de aceite residual desde el 0% al 10% en 20.48%, 8.23%, 12.25%, 0.19g/cm³, 4.8% y 1.1x10 cm/s respectivamente.

Fibras Naturales

Según Escudero Y Aristizábal sostienen:

Las fibras naturales generalmente provienen de 3 ramas: plantas, animales y minerales. Las de origen de plantas como semillas, frutos y madera son principales valores en la industria de materia productiva y reutilizable. Las fibras principales son considerables unas de las más utilizadas en el mundo, ya que desarrolla un factor importante en la industria de la ingeniería. Las fibras naturales están conformadas por linaza, cáñamo, kenaf, yute, henequén, coco, maíz, caña de azúcar y hierbas, todas de una misma familia de las fibras duras y con componentes y características similares, pero siempre con algunas diferencias que los identifica (2017, p.18).

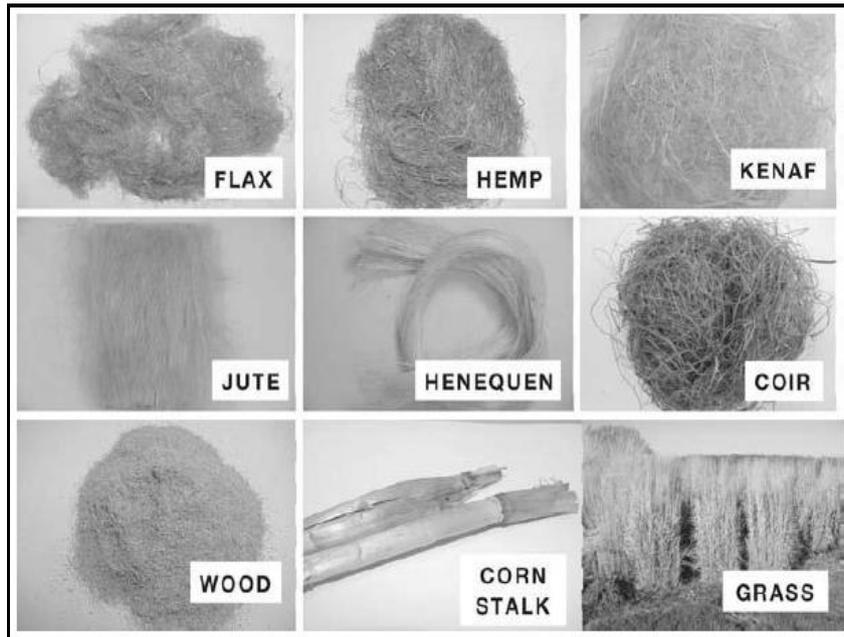


Figura 1: Fibras Naturales

Fuente: Escudero Y Aristizábal

Fibra de coco

Para definir el coco Escudero y Aristizábal sostiene:

Es una fruta que se cultiva a nivel mundial como nacional que proviene de la palmera de cocotero llamado coco. Es una de las frutas más duras a nivel europeo como sudamericano. Tiene varias capas como epicarpio, mesocarpio y endocarpio. La mayoría de este fruto miden entre 20 a 30 cm u su peso es de 2,6 kg varían dependiendo la madures del fruto. El coco también maneja su composición como 35% cascara con fibra, carne (comida) 28%, agua 25% y casco de comida 12%. (2017, p.20).

El coco es un fruto, no solo que se come o se toma. Al pelarlo se obtiene una fibra que posee muchos beneficios para la construcción de pavimentos o construcciones. Que ayudaran a la sociedad en el impacto ambiental, además es sostenible como ecológica

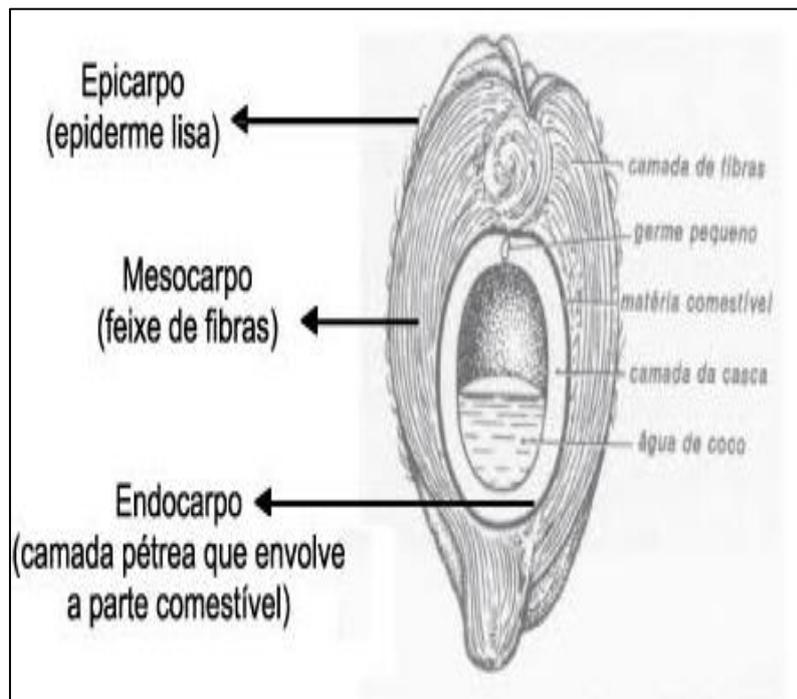


Figura 2: Corte longitudinal del coco y sus partes

Fuente: Escudero Y Aristizábal

Para definir la fibra de coco Novoa sostiene:

La fibra de coco viene de una rama como de una familia de unas de las tantas fibras en el mundo que son unas de las más duras como henequén. Esta fibra posee baja conductividad al calor, compuesta por celulosa, resistencia a la humedad como al agua y resistencia al impacto. Esto lo un material muy adecuado en la construcción como en otros usos de ingeniería muy adecuado, también se puede usar como material de aislamiento acústico y aislamiento térmico. La fibra de coco también tiene formas como redondos, delgadas y cilíndricas. Tiene un aroma tal cual a su nombre, al momento de secarse se compone de un color medio mostaza-café, además la fibra posee una longitud promedio variante entre 15 y 25 cm. (2005, p.27-28).

Principalmente, la fibra de coco se obtiene del fruto del coco cuyo objetivo es mejorar la subrasante con sus componentes de resistencia a la humedad y

durabilidad; con junto con el suelo, que se quiere mejorar la capacidad portante (CBR).



Figura 3. Fibra de coco

Fuente: deagronomia.com

Para definir las cenizas de fibra de coco Terrones sostiene:

“La ceniza de Caña de Bagazo según ASTM C – 618 la encontramos en clase C y estas tienen propiedades puzolánicas y cementicias. La ceniza está compuesta mayormente por óxido de: potasio, hierro, silicio y aluminio “(2018, p.133).

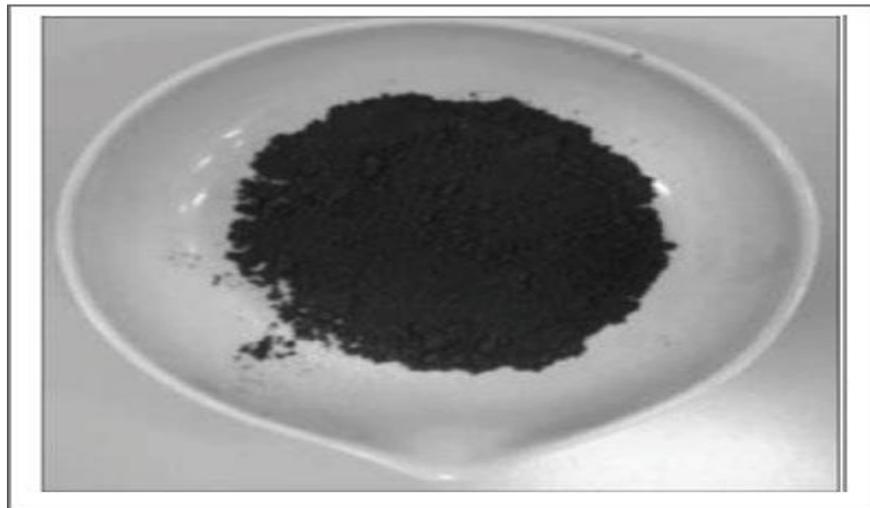


Figura 4. Cenizas de bagazo de azúcar

Fuente: Revista Ingeniería de construcción

Según Hernández nos dice:

La ceniza del bagazo de caña de azúcar y cenizas de fibra de coco es un subproducto de los desechos del fruto y de su consumo. Como cementante puede ser usado como un material puzolánico mejorando las propiedades de los productos con los que se reemplaza o combina (2011, p.102).

La temperatura adecuada es entre 500°C y 700°, lo que subió el grado de puzolanidad como también de la resistencia a la compresión de las probetas que se usaron en los ensayos. Si la temperatura se sobrepasa los niveles de puzolánicas y otros elementos se pierden (Terrones, 2018, p, 80).

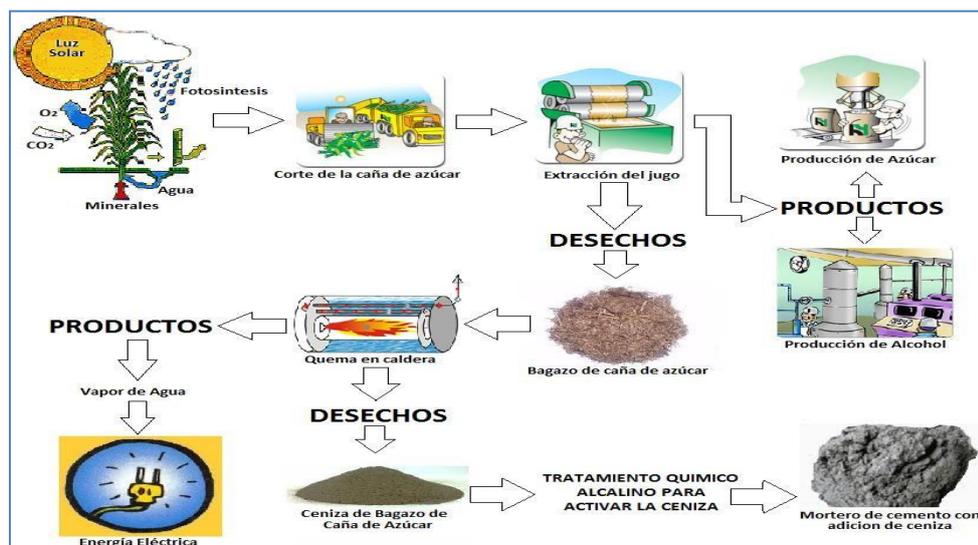


Figura 5: Procedimiento de las cenizas

Fuente: Solórzano Sánchez

Tabla 1: Composición química de la ceniza de bagazo de caña

Ceniza	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
Paja de caña	64.71	4.21	13.77	6.22	1.37	6.87	1.00	0.27	0.01
Bagazo	67.52	3.50	7.60	3.50	8.95	3.75	2.17	1.70	0.03

Fuente: Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de fibras reciclados.

Las cenizas de bagazo de caña de azúcar y las cenizas de coco tienen un mayor porcentaje de contenido de Sílice convirtiéndolo en un buen material puzolánico.

Porcentaje de Dosificación respecto al suelo

Según Sánchez opina al respecto:

Para obtener el porcentaje mínimo del material se tendrá que tomar en cuenta las exigencias que se someterá el material como puede ser para terraplenes, formación de explanadas, conformación de bases y sub bases para pavimentos, entre otras. Tener en cuenta cual es el efecto que se quiere conseguir en el suelo, ya sea el secado de los suelos que presenten un contenido de humedad excesivo, una modificación inmediata del suelo, una estabilización de la capa a largo plazo, o mejorar la subrasante (2014, p.253).

Para nuestro trabajo de investigación se tomó en cuenta la dosificación de cenizas de fibra de coco en 10%, 15% y 20% un promedio de igualdad a la que menciona en la investigación realizada por terrones de la Universidad privada del norte, el cual su resultado con esa dosificación es excelente.

Según Escudero Y Aristizábal nos dice:

El porcentaje de dosificación de un material como es la fibra de coco es una exigencia de desarrolla hacia lo querido como en construcción como en pavimentos, por ello, se desea conseguir un secado teniendo en

cuento el contenido de humedad para su respectiva modificación que se deberá tomar en cuenta (2017, p.30).

Según Novoa sostiene:

La dosificación es una medida para evaluar el material requerido hacia la superficie del pavimento como de la subrasante por ello se desea que la fibra de coco se un material de bajo presupuesto para poder aplicarlo en la creación de un pavimento con largos años utilización sea cual sea la vía tomada (2011, p.41).

Aplicaciones De Las cenizas de Fibra De Coco

Para Terrones define:

El desarrollo de aplicar cenizas de bagazo de caña depende mucho de lo gran reutilizable que puede ser en la construcción como en la ingeniería por su bajo costo económico como a futuro tener un impacto en el mundo como a nivel nacional, por ello la finalidad es ayudar a mejorar el impacto ambiental de los residuos no utilizados como el caso el bagazo de caña. (2018, p.58).

El país necesita mucho como infraestructura vial y al aplicarle las cenizas de fibra de coco como un aditivo que ayude a mejorar la calidad de la subrasante y sobre todo a bajo costo y todavía que se puede reutilizar ya que lo utilizado es el desperdicio del fruto.

Para Peláez, Velásquez y Giraldo define:

Al ser necesario aplicar el productor o material necesario por lo que el impacto a obtener una comercialización en la rama de la construcción para que sea una alternativa a la baja economía que posee este producto ya que en este caso el caucho granular, por ello son productos reutilizables para una causa como mejorar un pavimento, ya que genera un impacto ambiental hacia la sociedad y ayudar a disminuir la contaminación (2017, párr. 9).

Para Escudero y Aristizábal sostiene:

Al aplicar un productor que es reutilizable como beneficioso para la sociedad y sobre todo que reduzca el impacto ambiental genera que el comercio de este producto tenga más demanda para la era de la construcción, genera que este producto de fibra natural como es el coco sea un desarrollo sostenible para el mundo entero (2017, p40).

Ceniza de Madera

Petermann y Saeed (2012) indica que las cenizas de madera(carbón) son residuos de la combustión de carbón pulverizado en centrales térmicas, que se subdividen en cenizas de fondo, cenizas volantes (norma ASTM) y combinados; (p.30)

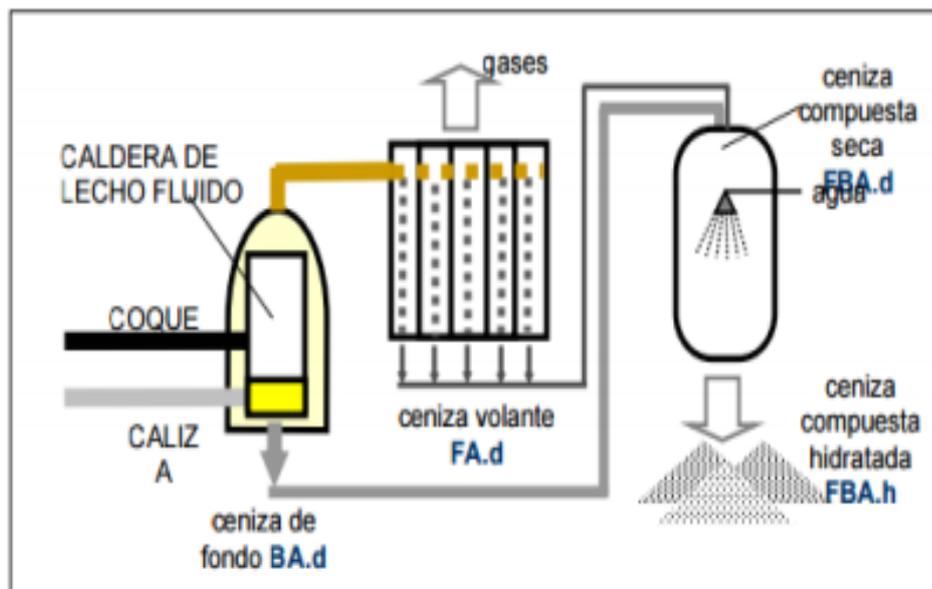


Figura 06: Esquema del proceso de obtención de cenizas

Fuente: Gonzales Muñoz

Ensayo de Difracción de Rayos X

Pastor (2017) explica lo siguiente: El análisis mediante difracción de rayos X (DRX) está destinado a determinar los componentes minerales presentes en la muestra, a partir de la identificación de fases cristalinas, si bien este análisis cristalográfico no proporciona información acerca de las fases amorfas o vítreas. (p. 116)

Según Weininger y Stermitz (1998) nos dice que para la determinación de la estructura de una molécula desconocida se utiliza el estudio de difracción de rayos X puesto que con este ensayo obtenemos un mapa de las densidades electrónicas, similar a un mapa de curvas de nivel geográficas. (p. 8)

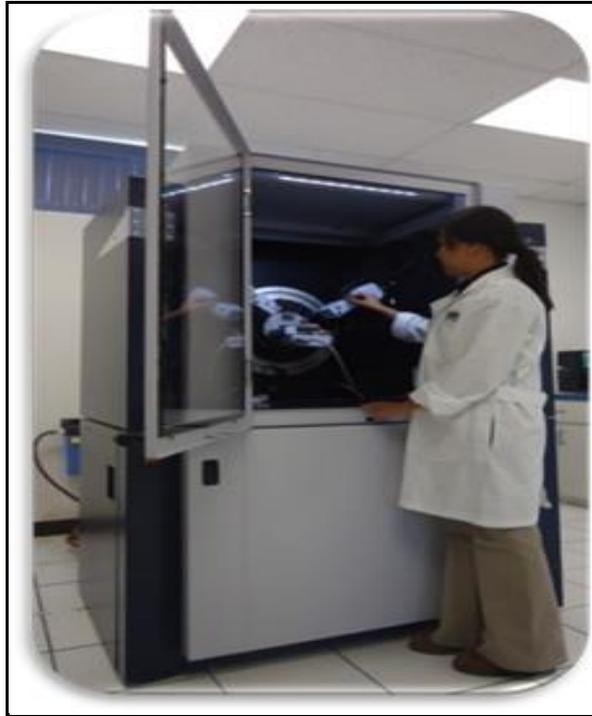


Figura 07: Equipo de Laboratorio para Difracción de Rayos X

Fuente: Servicio Geológico Mexicano

Uso de las cenizas de madera

Tomando en cuenta la disposición de las cenizas y la probabilidad de aprovechar sus propiedades puzolánicas, se realizaron varias investigaciones en la industria de la construcción y en especial en la fabricación de concreto.

Las aplicaciones principales son: Adición de cenizas al hormigón, manufactura de cemento portland, agregados livianos, estabilización de suelos, terraplenes y rellenos, mezclas asfálticas y otros.

Ventajas de usar Cenizas de madera

Las cenizas de madera tienen muchas ventajas en el rubro de la construcción ya que este contiene componentes cementantes como son el óxido de calcio (CaO) y el óxido de Sílice (SiO₂).

Utilizar las cenizas como material de relleno tiene una enorme transcendencia gracias a los grandes volúmenes que involucran las obras de tierra y asimismo reduciríamos los vertederos de cenizas con la finalidad de mejorar el medio ambiente.

La ventaja más notoria que podemos percibir al utilizar las cenizas de madera como material estabilizante es referente a costos ya que estabilizando con cenizas nos reduce el costo de transporte al traer material de cantera y sustituir la subrasante.

La utilización de cenizas en la fabricación de cementos y hormigones representa de igual forma un valor añadido ambiental ya que preserva el consumo de recursos naturales y materias primas.

Desventajas de usar Cenizas de madera

CEDEX (2011) nos dice que como desventaja podemos decir que este material tiene como variabilidad de sus propiedades, lo que lo hace bastante difícil de considerarlos material homogéneo. Comúnmente para una misma obra se debe disponer de varias partidas de cenizas cuyas características de compactación, referente a humedad óptima y densidad seca, acostumbran ser de forma notable diferentes. Cada ceniza tendrá que compactarse en estos casos con una humedad próxima al óptimo correspondiente. (p. 26)

Además, las áreas de este material compactado tienen la posibilidad de erosionarse con el agua y con el viento. El viento causa inconvenientes no solo en las cenizas ya puestas en obra, sino, además, durante los procesos de transporte, acopio, extendido y compactación. El tamaño de las partículas y la ausencia de cohesión real son las razones de la susceptibilidad a la erosión de este material.

Procedimiento de aplicación

Antes de estabilizar con métodos químicos (ceniza de madera) el profesional responsable tendrá que sustentar anteriormente un estudio técnico, que el suelo

alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad.

Para que el profesional responsable pueda sustentar su estudio técnico tendrá que realizar los siguientes ensayos de laboratorios químicos, físicos y mecánicos.

La ceniza deberá distribuirse de manera homogénea esta puede realizarse mecánicamente, aunque para llegar a la homogeneidad es haciéndolo manualmente.

Para realizar una mezcla homogénea tiene que pasar varias veces el escarificador hasta la profundidad requerida, usará también discos rotatorios de arado para llegar a la mezcla total. Este tipo de mezcla se puede realizar en seco o húmedo.

El agua es un elemento esencial para posibilitar la compactación y al juntarse con la ceniza en poco tiempo se producirá una reacción química.

A continuación, empieza la consolidación de la capa formada hasta lograr una densidad igual cuando menos a la Proctor. La compactación se hace desde los bordes hacia el centro excepto en las curvas con peralte. En la compactación tiene que mantenerse el contenido de agua en los límites. Como casi siempre los suelos que se estabilizan son finos, el compactador adecuado es la pata de cabra.

Completada la compactación se perfila la superficie dejando la pendiente transversal o bombeo requerida, a continuación, se pasa un rodillo liso de 3 a 12 tons., dependiendo del tipo de suelo.



Figura 08: Rodillo compactador

Fuente: Cat.com

Por otro lado, se tiene como **variable dependiente** el mejoramiento de la subrasante, el cual mejora las características naturales del terreno con estabilizantes, seguido de una compactación.

Sistema de Clasificación AASHTO

El Sistema de Clasificación AASHTO se clasifica en siete grupos mayores: A-1 al A-7. Los suelos clasificados en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares, donde 35% o menos de las partículas pasan por la criba No. 200. Los suelos de los que más del 35% pasan por la criba No. 200 son clasificados en los grupos AA, A-5, A-6 Y A-7. La mayoría están formados por materiales tipo limo y arcilla. El sistema de clasificación se basa en los siguientes criterios: Tamaño del grano, plasticidad y cantos rodados y boleos (Das, 1985, p.35)

Tabla 2. Sistema de Clasificación del suelo según AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra que pasa la malla No. 200)						
	A-1			A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por cribado (porcentaje que pasa las mallas)							
No. 10	50 máx.						
No. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
No. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción que pasa la malla No. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos usuales de materiales componentes significativos							
	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Tasa general de los subrasantes							
De excelente a bueno							
Clasificación general	Materiales limo-arcilla (más del 35% de la muestra que pasa la malla No. 200)						
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†			
Análisis por cribado (porcentaje que pasa por las mallas)							
No. 10							
No. 40							
No. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.			
Características de la fracción que pasa por la malla No. 40							
Límite líquido	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.			
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.			
Tipos usuales de materiales componentes significativos							
	Suelos limosos		Suelos arcillosos				
Tasa general de los sobrantes							
De mediano a pobre							
*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$							
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$							

Fuente: Braja M. das (1985)

En la tabla 02, la clasificación del suelo según la norma AASTHO la clasificación general es según los grupos, según los materiales granulares del 35% o menos que pasan por el tamiz N° 200 y los materiales arcillosos y limosos que más del 35% pasen la malla N° 200.

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, este sistema de clasificación fue propuesto por Casagrande en 1942 para usarse en la construcción de aeropuertos emprendida por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército durante la Segunda Guerra Mundial. Este sistema los suelos en dos amplias categorías:

Tabla 3. Clasificación según (SUCS), para suelos tipo grava.

Símbolo de grupo	Criterios
GW	Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual que 4; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
GP	Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para GW
GM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12) o el índice de plasticidad menor que 4
GC	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7
GC-GM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
GW-GM	El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW y GM
GW-GC	El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW y GC
GP-GM	El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP y GM
GP-GC	El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP y GC

Fuente: Braja M. das (1985)

Según la Tabla 3, es de tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando por la malla N°. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo G o S. G significa grava o suelo gravoso y S significa arena o suelo arenoso.

Según Tabla 5, los suelos de grano fino con 50% o más pasando por la malla No. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo M, que significa limo

inorgánico, C para arcilla inorgánica u O para limos y arcillas orgánicos. El símbolo Pt se usa para turbas, lodos y otros suelos altamente orgánicos.

Tabla 4. Clasificación según (SUCS), para suelos arenosos

Símbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual a 6; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12); o índice de plasticidad menor que 4
SC	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican arriba de la línea A (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7
SC-SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
SW-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM
SW-SC	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SC
SP-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SM
SP-SC	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SC

Fuente: Braja M. das (1985)

Tabla 5. Clasificación según (SUCS), para suelos limosos y arcillosos

Símbolo de grupo	Criterios
CL	Inorgánico; $LL < 50$; $PI > 7$; se grafica sobre o arriba de la línea A (véase zona CL en la figura 2.12)
ML	Inorgánico; $LL < 50$; $PI < 4$; o se grafica debajo de la línea A (véase la zona ML en la figura 2.12)
OL	Orgánico; $LL - \text{seco en horno} / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL < 50$ (véase zona OL en la figura 2.12)
CH	Inorgánico; $LL \geq 50$; PI se grafica sobre o arriba de la línea A (véase la zona CH en la figura 2.12)
MH	Inorgánico; $LL \geq 50$; PI se grafica debajo de la línea A (véase la zona MH en la figura 2.12)
OH	Orgánico; $LL - \text{seco en horno} / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL \geq 50$ (véase zona OH en la figura 2.12)
CL-ML	Inorgánico; se grafica en la zona sombreada en la figura 2.12
Pt	Turba, lodos y otros suelos altamente orgánicos

Fuente: Braja M. das (1985)

Tabla 6. Símbolos del suelo según (SUCS)

Tipo de suelo	Símbolo	Sub grupo	Símbolo
Grava o suelo gravoso	G	Bien gradada	W
Arena o suelo arenoso	S	Mal gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Arcillas orgánicas	O	Baja plasticidad (límite líquido menor < 50)	L
Turba, lodos	Pt	Alta plasticidad (límite líquido mayor > 50)	H

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Características y usos del suelo (SUCS)

Grupo	VALORACIÓN ATRIBUTOS				APTITUDES SEGÚN USOS	
	+++	++	+++	+++		
GW	+++	++	+++	+++	Mantos de presas, terraplenes, erosión de canales.	
GP	++	+++	++	+++	Mantos de presas y erosión de canales.	
GM	++	-	++	+++	Cimentaciones con flujo de agua.	
GC	++	--	+	++	Núcleos de presas, revestimientos de canales.	
SW	+++	++	+++	+++	Terraplenes y cimentación con poco flujo.	
SP	m	++	++	++	Diques y terraplenes de suave talud.	
SM	m	-	++	+	Cimentación con flujo, presas homogéneas.	
SC	++	--	+	+	Revestimiento de canales, capas de pavimento	
ML	m	-	M	m	Inaceptable en pavimentos, licuable.	
CL	+	--	M	m	Revestimiento de canales, pero es erodable.	
OL	m	-	--	m	No recomendable, máximo si hay agua.	
MH	--	-	-	---	Inaceptable en cimentaciones o bases (hinchable)	
CH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentación (hinchable)	
OH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentaciones o terraplenes.	
CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES	Facilidad de tratamiento en obra	Permeabilidad	Resistencia al corte	Compresibilidad	Sobresaliente	+++
					Muy alto	++
					Alto	+
					Moderado	m
					Deficiente	-
					Bajo	--
Muy bajo	---					

Fuente: Geomecánica Terzaghi

Tabla 8. Diferencias entre gravas y arenas

DIFERENCIAS ENTRE GRAVAS Y ARENAS	
Gravas (>2 mm) Arenas (entre 0,006 y 2 mm)	
<p>Los granos no se apelmazan aunque estén húmedos, debido a la pequeñez de las tensiones capilares.</p> <p>Cuando el gradiente hidráulico es mayor que 1, se produce en ellas flujo turbulento.</p>	<p>Los granos se apelmazan si están húmedos, debido a la importancia de las tensiones capilares.</p> <p>No se suele producir en ellas flujo turbulento aunque el gradiente hidráulico sea mayor que 1.</p>

Fuente: terzaghi y peck

Tabla 9. Diferencias entre arenas y limos

DIFERENCIA ENTRE ARENAS Y LIMOS	
Arenas (entre 0,06 y 2 mm)	Limos (entre 0,002 y 0,06 mm)
Partículas visibles.	Partículas invisibles.
En general no plásticas.	En general, algo plásticos.
Los terrenos secos tienen una ligera cohesión, pero se reducen a polvo fácilmente entre los dedos.	Los terrenos secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos.
Fácilmente erosionadas por el viento.	Difícilmente erosionadas por el viento.
Fácilmente arenadas mediante bombeo.	Casi imposible de drenar mediante bombeo.
Los asientos de las construcciones realizadas sobre ellas suelen estar terminados al acabar la construcción.	Los asientos suelen continuar después de acabada la construcción.

Fuente: Terzaghi y Peck

Tabla 10. Diferencias entre limos y arcillas

DIFERENCIA ENTRE LIMOS Y ARCILLAS	
Limos (entre 0,002 y 0,06 mm)	Arcillas (< 0,002 mm)
<p>No suelen tener propiedades coloidales.</p> <p>A partir de 0,002 mm, y a medida que aumenta el tamaño de las partículas, se va haciendo cada vez mayor la proporción de minerales no arcillosos.</p> <p>Tacto áspero.</p> <p>Se secan con relativa rapidez y no se pegan a los dedos.</p> <p>Los terrones secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos.</p>	<p>Suelen tener propiedades coloidales.</p> <p>Consisten en su mayor parte en minerales arcillosos.</p> <p>Tacto suave.</p> <p>Se secan lentamente y se pegan a los dedos.</p> <p>Los terrones secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos.</p>

Fuente: Terzaghi y Peck

La sub rasante o también conocido como terreno de fundación es la capa o la base donde se apoya las estructuras de pavimentación. Para que un suelo sea llamado como sub rasante debe cumplir con un estándar mínimo de CBR mayor al 6%, si un suelo tiene una baja capacidad portante es necesario que se establezca o se cambie de material por otro que si este dentro de las normas establecidas por el MTC. Según la norma AASHTO:

Es el soporte principal y natural compactado y preparado en lo que se debe construir una estructura de pavimento. La función principal de un terreno de fundación es dar un soporte razonable y sin cambios agresivos en el valor de soporte es decir la sub rasante debe tener un alto capacidad portante para que soporte todas las cargas que son transmitidas sobre ella (AASHTO 93, Cap. 1, p. 4).

La sub rasante es la parte principal que sirve de soporte o base a una estructura de cualquier tipo de pavimento. Para saber si la sub rasante es admisible o no se tienen que realizar ensayos como la granulometría, plasticidad del suelo, la resistencia al corte del terreno, el drenaje, etc

Tabla 11. Categorías y CBR de la sub rasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Ministerio de trasportes y carreteras (2013)

La capacidad portante del suelo debe tener la capacidad de resistir todas las cargas de las distintas estructuras que van a ser transmitidas sobre ella, es decir el suelo debe resistir la carga sin ceder para ello se hacen los estudios y/o ensayos para ver la resistencia del suelo y asegurar que el suelo tenga una buena capacidad de soporte para luego no tener problemas con el tema de deslizamiento o asentamiento de la sub rasante. Como la revista científica de Albañilería manifiesta: “La capacidad portante de la sub rasante o del suelo son bases que indudablemente debe soportar todas las cargas transmitidas sobre ella ya sea de las estructuras viales, hidráulicas o edificios, este debe cargar todo el peso sin ceder” (2017, p.2).

En general es conocido como capacidad de soporte o portante al suelo que este en las condiciones que puede soportar las distintas cargas que pueden ser transmitidas sobre el terreno. Es decir, la capacidad de soporte o portante entre el suelo y la cimentación debe haber una máxima presión esto con la finalidad de que no se produzcan fallas de ningún tipo ni que haya asentamientos.

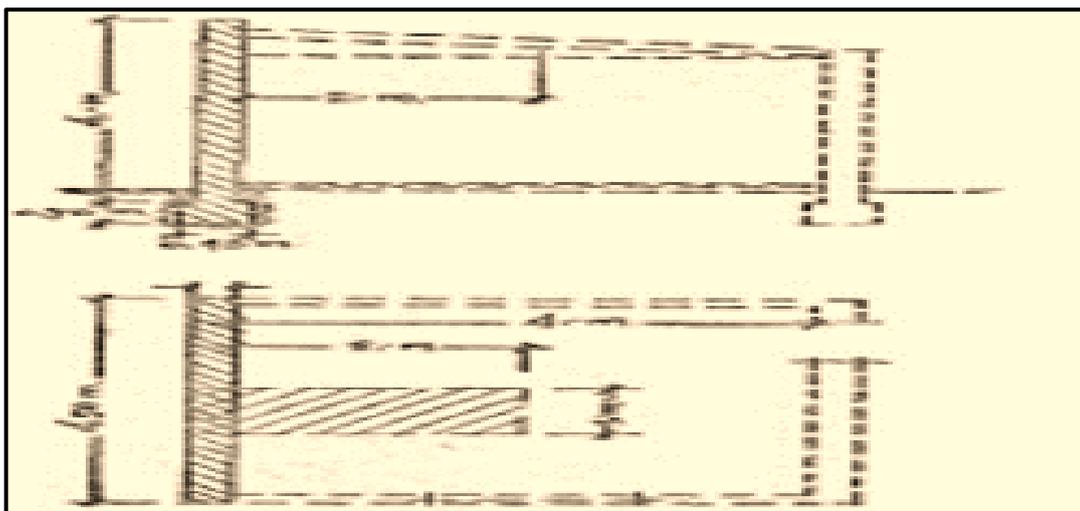


Figura 09. Capacidad portante del suelo

Fuente: Revista científica de albañilería

La estabilización del suelo, es cuando mejoramos las propiedades mecánicas y físicas de un suelo mediante procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos ya sean naturales o sintéticos como las estabilizaciones, mayormente se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre, que son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros. Cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc).

Los ensayos para la estabilización del suelo, Para hacer la estabilización del suelo se necesita hacer varios estudios y ensayos que se requerirán para dar buenos y confiables resultados en este proyecto por lo que se realizaran los ensayos lo cual serán mencionados a continuación: granulometría para hacer la clasificación de los suelos, límites de Atterberg en la cual está incluido el límite líquido y el límite plástico, Proctor modificado en la cual se hallara el óptimo contenido de humedad versus la máxima densidad seca y el CBR para determinar la calidad del suelo.

El contenido de humedad, también conocido como el contenido de agua del suelo, es la relación que existe entre la cantidad o el peso de agua que existe en la muestra

en estado normal o natural y el peso de esa misma muestra después de ser retirado del horno que esto se encuentra a una temperatura de 105° - 110 °C.

Según Ministerio de Transportes y Comunicación (MTC) (2013) la delimitación de humedad accederá a contrastar con el humedecimiento óptimo logrado en los pruebas de Proctor para adquirir el CBR del terreno, aunque la infiltración surge equivalente o menor, el experto manifiesta la condensación usual del terreno y la contribución de la suma provechosa de humedad. Si la saturación normal es mejor a la humedad ideal y conforme a la impregnación de la tierra, se planteará acrecentar la potencia de compactación, oxigenar la superficie o sustituir el componente repleto. (p 30).

El análisis granulométrico, es la determinación de la cantidad de las partículas de diversos tamaños de un suelo, expresados en porcentajes. Para el conocimiento de la composición granulométrica de un determinado suelo existen diferentes procedimientos. Para clasificar por tamaños las partículas gruesas se realiza el tamizado al aumentar la finura de los granos el tamizado se hace cada vez más difícil entonces se realiza por sedimentación. (Villalaz, 1980,p.46)

Es la distribución según tamaño de las muestras que pasan por los distintos tamices según las especificaciones técnicas según. Cañar Tiviano (2017) definió:

Tabla 12. Selección del tamaño de muestra de prueba

Máximo tamaño nominal (mm.)	Mínimo de masa a utilizar (g)
4.75	300
9.5	1000
19.0	2500
37.5	5000

Fuente: Universidad Centroamericana (Laboratorio de materiales de construcción)

Tabla 13. Tamaño de mallas estándar

Malla No.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente: M. Braja Das

La gráfica granulométrica, al realizar el ensayo de granulometría para la clasificación de los suelos con las cantidades que quedan retenidos en cada tamiz se realiza una gráfica semi logarítmica.

La curva o grafica granulométrica es una representación de resultados del ensayo practicado de granulometría. Lo cual se representa en un papel llamado Log-normal por tener una escala logarítmica en lo horizontal y una escala natural en lo vertical. (Cañar Tiviano, 2017,p.14)

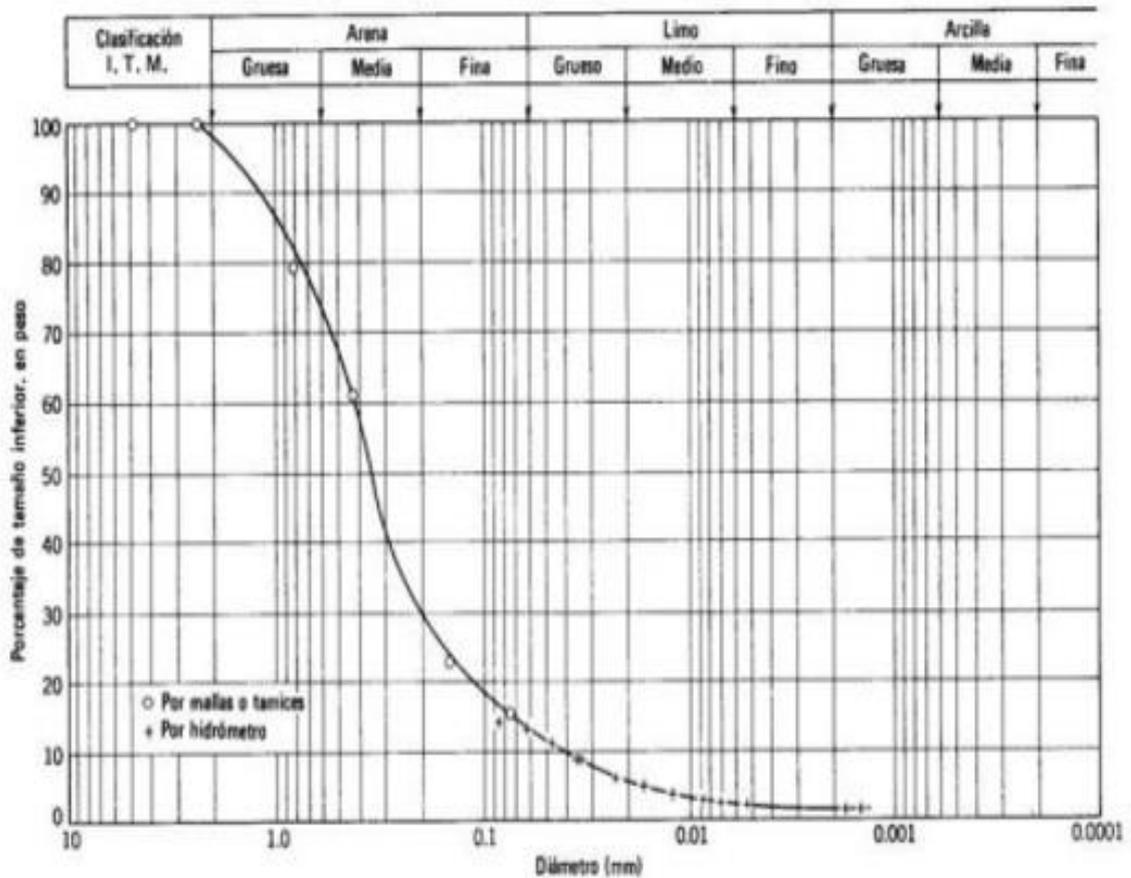


Figura 10. Gráfica granulométrica

Fuente: Universidad Centroamericana (Laboratorio de materiales de construcción)

Los tamices son las herramientas fundamentales para llevar a cabo el ensayo. Lo cual es un objeto que está formado por un marco rígido con las mallas muy bien sujetadas en ella y estas mallas son de distintas medidas para que pasen y se puedan distinguir los materiales de grava, arena, arcilla y limo. Existen una gran cantidad de normas de tamices, aunque la más utilizada es la UNE 7050 española y la ASTM D-2487/69 americana. Para saber el tipo de suelo se debe ver las cantidades retenidas en los distintos tamices y construyendo una gráfica semi logarítmica.

Tabla 14. Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material	Tamaño de partículas	
Grava	75 mm - 4.75 mm	
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm	
	Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm	
	Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm	
Material Fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones

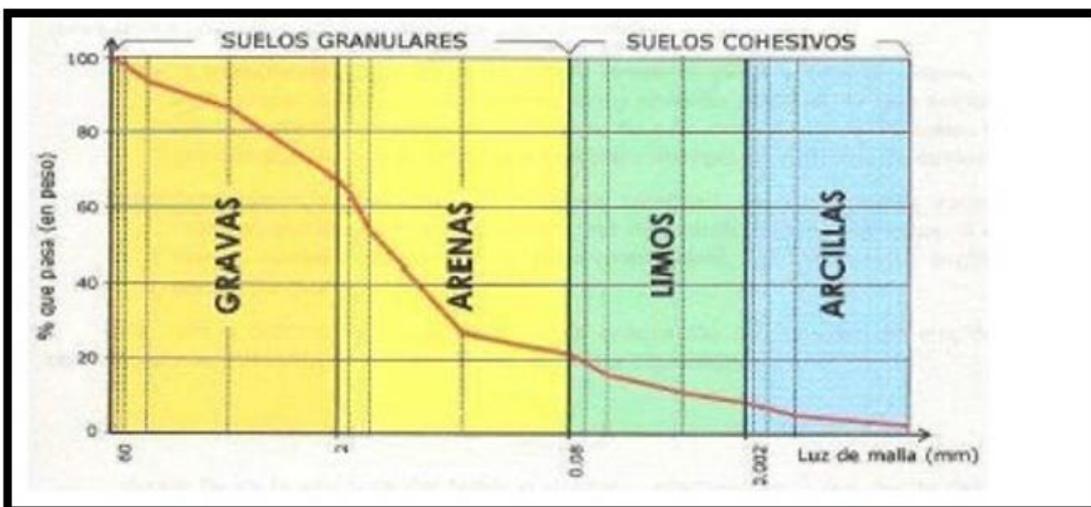


Figura 11. Curva granulométrica de suelos

Fuente: Bañón Blazquez, 2000

El peso específico es un tipo de ensayo que tiene como objetivo determinar la gravedad específica de los distintos tipos de suelos que pasan por los distintos tamices. El peso específico es la fase sólida de un suelo y que se encuentra a una temperatura determinada según:

Ministerio de Transportes y Comunicación MTC (2013) manifiesta que: “El análisis del peso específico de los suelos finos se determina generalmente con picnómetro es decir mediante la medición de la masa de agua desalojada por la muestra del suelo”.

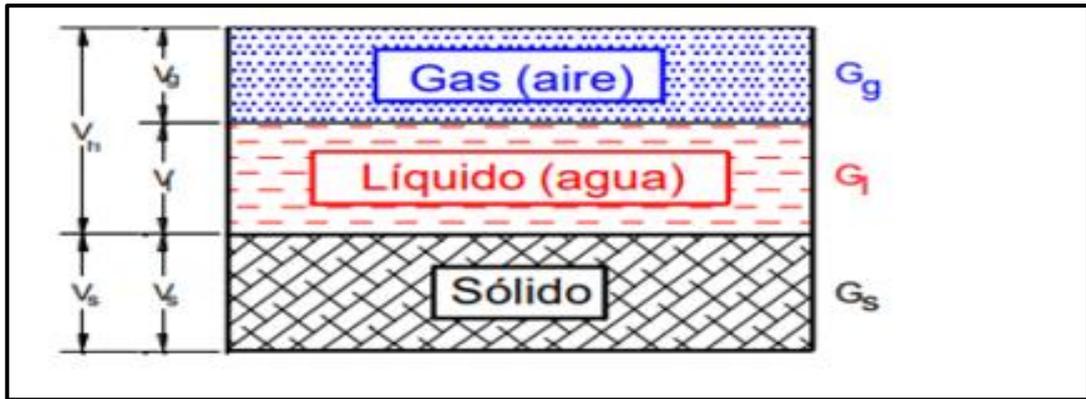


Figura 12. Estructura del suelo según su peso específico
Fuente: Terzaghi y Peck

- **Peso específico de las partículas.**- Entre 2,8 t/m³ y 3,0 t/m³

$$\rho = \frac{G_s}{V_s}$$
- **Peso específico del suelo natural.**- Entre 1,6 t/m³ y 1,8 t/m³

$$\gamma_n = \frac{G_s + G_l}{V}$$
- **Peso específico del suelo desecado.**- Entre 1,6 t/m³ y 1,8 t/m³

$$\gamma_d = \frac{G_s}{V}$$
- **Peso específico del suelo saturado.**- Entre 1,6 t/m³ y 1,8 t/m³

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + V_n \cdot \gamma_l}{V}$$
- **Peso específico del suelo anegado.**- Entre 1,6 t/m³ y 1,8 t/m³

$$\gamma_a = \frac{G_s - V_s \cdot \gamma_l}{V}$$

El diagrama también incluye un pequeño diagrama de un elemento de suelo con un volumen $E=V$ y una fuerza $N.E_s$ aplicada, mostrando el peso G_s actuando hacia abajo.

Figura 13. Formulas del suelo para hallar su peso específico

Fuente: Terzaghi y Peck

Los límites de Atterberg también llamado límites de contenido de humedad que caracteriza los 4 estados de consistencia los cuales son: el estado sólido, semisólido, plástico, líquido y semilíquido. Los límites entre cada estado tienen un nombre. Límite de retracción entre semisólido y plástico, límite líquido entre el estado plástico y semilíquido. Según la Universidad Nacional Autónoma de México: “los límites de Atterberg son netamente para determinar el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad” (Gómez, 2009,p.19)

El límite líquido, esto se determina mediante un ensayo y la cuchara de Casagrande debe estar estandarizado. Con este ensayo se mide el contenido de agua de la muestra en un surco la cual logra cerrarse de una distancia aproximada de 13 mm y esto se cierra tras dejar caer la cuchara de Casagrande con 25 golpes desde una altura de 1 cm el famoso surco o ranura se realiza con un canalizador estandarizado. La muestra suficiente para empezar con el ensayo es de aproximadamente 100 gr que han logrado pasar por el malla o tamiz N° 40 de la norma ASTM o 0.40 UNE y se combina con agua destilada. Según Serrano Guzmán et al., (2013).

Para hacer el procedimiento del límite líquido se tiene que mezclar las muestras asegurando que el contenido de agua sea lo necesario para poder hacer el ensayo de entre 25 a 35 golpes de la cazuela hasta cerrarse la ranura se hizo con el canalizador (p. 7)

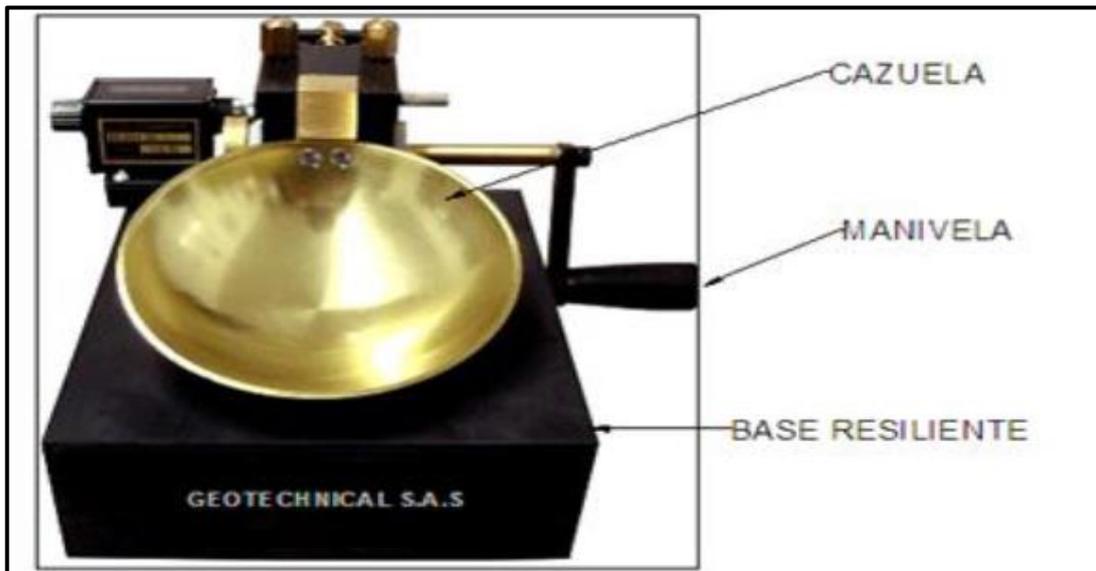


Figura 14. Cuchara de Casagrande

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

El límite plástico este límite se determina realizando pequeños cilindros con las palmas de la mano de aproximado de 3 mm de diámetro y con una longitud aproximado de 25 – 30 mm en cuanto estos cilindros llegan a los 6mm estos han

alcanzado la humedad del límite plástico similar al límite líquido para realizar este ensayo la muestra debe haber pasado por el tamiz N° 40 del ASTM o 0.40 UNE. Según Bowles: “El límite plástico es determinado en un laboratorio con las muestras que pasan por el tamiz N° 40 haciendo cilindros con las manos y en un lugar liza”. (Bowles, 1981, p.16)

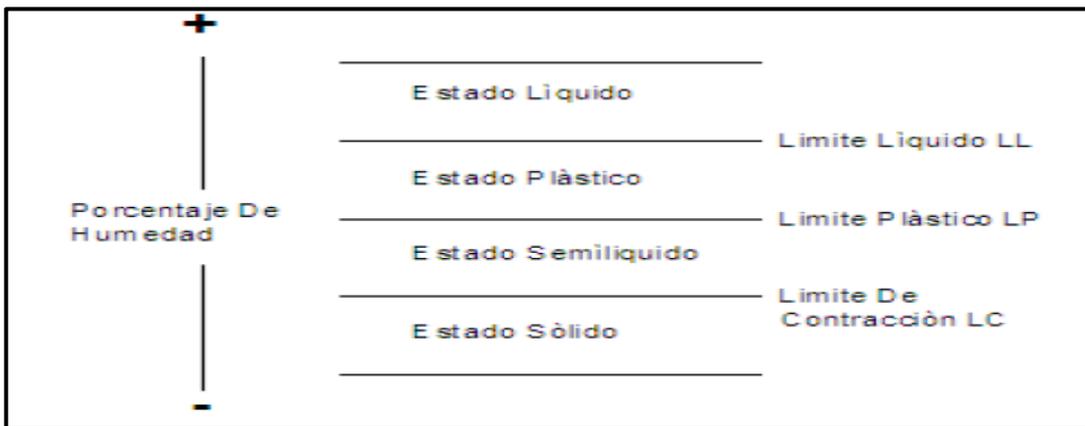


Figura 15. Estados del suelo, límites de plasticidad

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



Figura 16. Cilindros de muestra

Fuente: Bowles J. E

El índice de plasticidad, Ya que se determinó los dos ensayos anteriores como el W_L y W_p entonces el índice de plasticidad se determina mediante la resta de los entre los valores de límite líquido y límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

Esto se representa en un intervalo de humedad desde el estado semisólido y semilíquido y esto es utilizado con mucha frecuencia para los suelos cohesivos.

El Proctor modificado con este ensayo se realiza el procedimiento de compactación que se usa en los laboratorios para así determinar o conocer la relación que existe entre el óptimo contenido de humedad y el peso unitario seco de la muestra o del suelo a esto se le llama la curvatura de compactación.

Comprimir el suelo hace que esto incremente la densidad del material para obtener los beneficios de suma importancia como la reducción de la compresibilidad, la incrementación de la resistencia a corte y por último la disminución de la permeabilidad. La compactación de los suelos es un método más efectivo y más utilizado para optimizar las propiedades de la sub rasante. Según los ensayos de ingeniería civil manifiesta que:

el Proctor modificado es la más utilizada para hacer basándose en las normas del ASTM D1557-00 el Proctor modificado es similar al Proctor normal o estándar en la que se determina el peso específico seco máximo y contenido óptimo de humedad para realizar este ensayo se utiliza los moldes con un volumen de 943.3 cm³ se pone a compactar un suelo en 5 capas y se golpea con un piso que pesa 4.54 kg de una caída más o menos 457.2 mm, el pisón que golpea tiene un diámetro de 50.8 mm y los golpes que se dan por cada capa que tengan los mismos espesores son de 25 golpes por ende el pisón debe estar muy bien equipado con un tubo que debe dejar moverse o deslizarse adecuadamente. (Gómez, 2009, p.3)

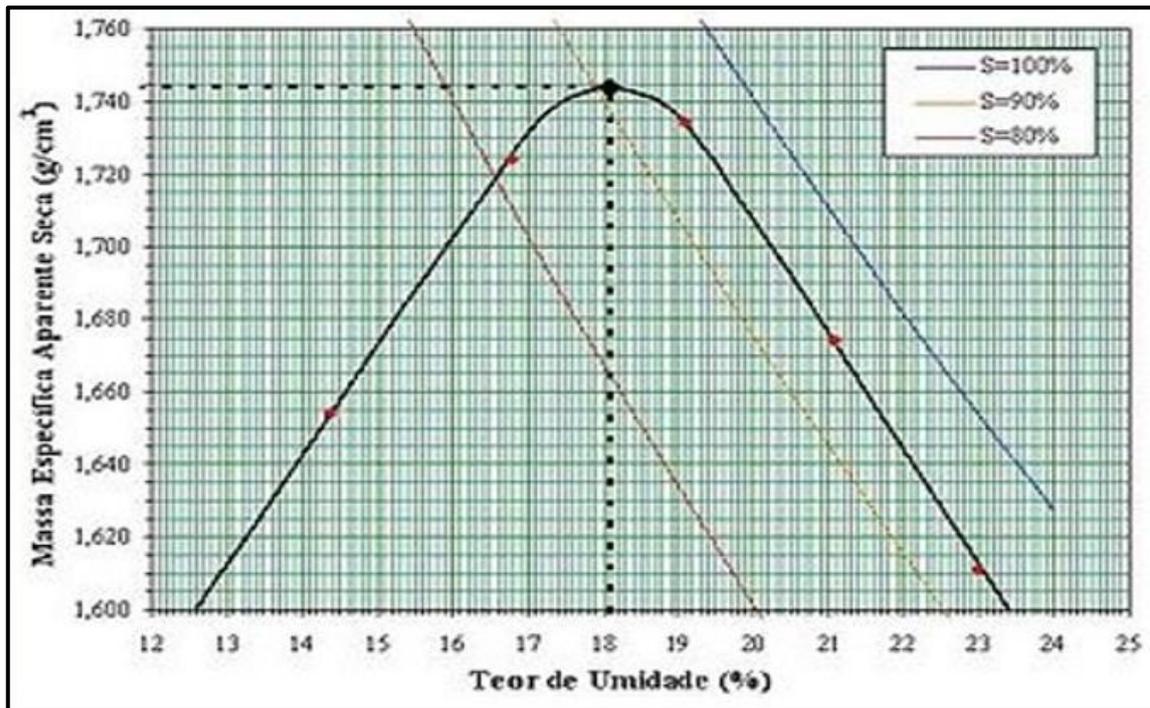


Figura 17. Curvatura de compactación, se obtiene el óptimo contenido de humedad y la masa específica

Fuente: Ensayos de ingeniería civil

El ensayo Proctor modificado es un procedimiento muy importante en el estudio para ver la calidad y control de la compactación del suelo.

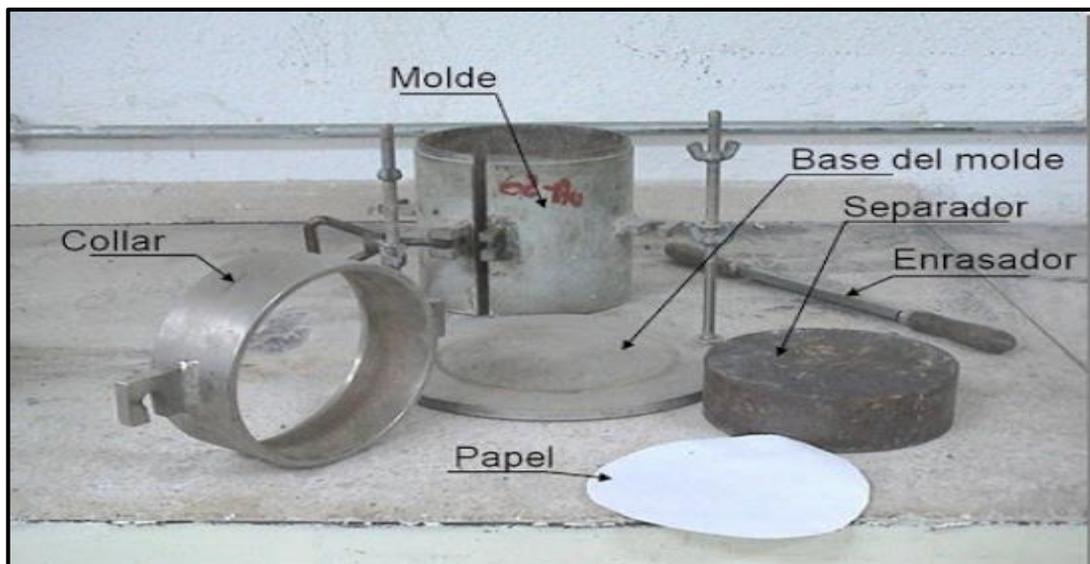


Fig. 18. Equipo de compactación de Proctor modificado

Fuente; Ensayos de Ingeniería Civil

El CBR (California Bearing Ratio: Relación de Soporte de California), es un método geotécnico. El método de ensayo C.B.R. se ha generalizado y es una forma tanto de clasificar un suelo para ser utilizado como sub-rasante o material de base en la construcción de carreteras, mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte.

El (%) C.B.R., es la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, determinada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material triturado. (Osorio Martinez & Casas Gerena, 2011,p.16)

Desde ese entonces en los distintos continentes como América y Europa este ensayo se ha generalizado ya que este método clasifica el suelo de acuerdo a la resistencia para ser o no usado como un terreno de fundación o como materias de base o sub base en la construcción de un carretero. Según Sánchez et al., (2002):

El ensayo Desalación de Soporte California es un método para verificar la calidad del suelo lo cual esto se determina tomando en cuenta la resistencia de la muestra. Las siglas CBR significan en ingles California Bearing Ratio. Sin embargo, en otros países como por ejemplo en México tienen otras siglas VRS que significa Valor Relativo de Soporte (p.34).

Este ensayo se realiza para verificar la capacidad de soporte o portante de los suelos que están compactados de capas firmes. Este ensayo consiste en hacer una compactación al terreno n moldes que estén normalizados, añadir agua y luego hacer el pinzamiento sobre la superficie.

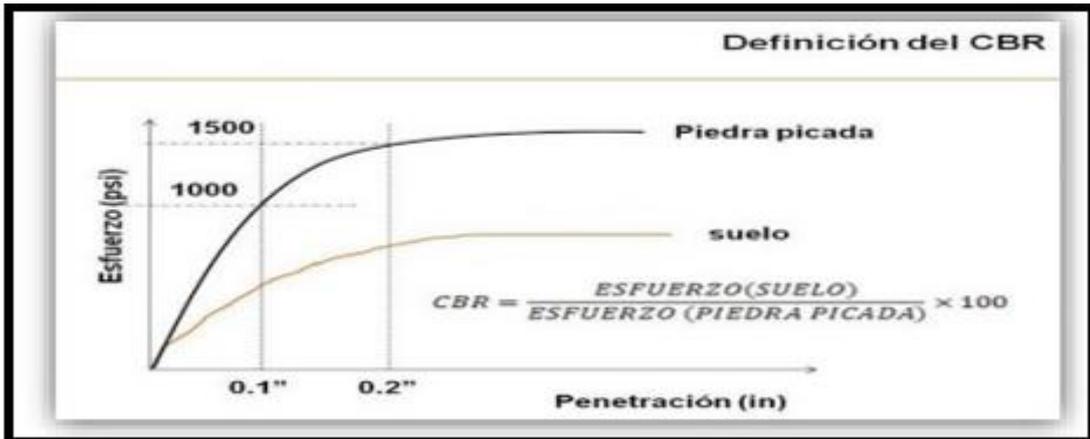


Fig. 19. Definición gráfica del CBR de laboratorio

Fuente: Sánchez, 2012

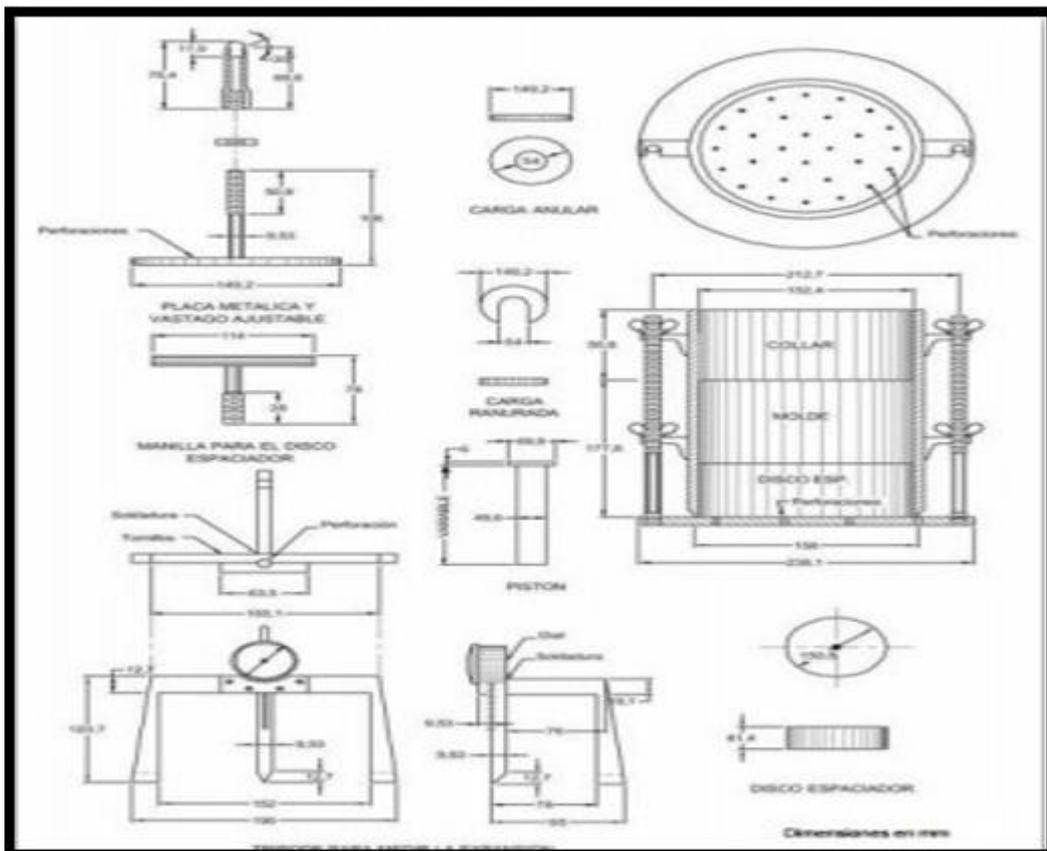


Fig. 20. Materiales para el ensayo CBR

Fuente: Instituto Nacional de Vías. 2007

Propiedades mecánicas del concreto para un pavimento rígido, en este punto se dará a conocer acerca de los conceptos de la segunda variable dependiente por lo que a continuación se hablará acerca del pavimento rígido y algo del pavimento flexible como una comparación entre el pavimento rígido y flexible.

¿Qué es un pavimento? El pavimento en general es la base o la capa de una construcción. El pavimento puede revestirse con distintos materiales como, por ejemplo: piedras, concreto, asfalto, madera, etc. Según: Giordani & Leone (2010) :

El pavimento es una estructura para las vías de comunicación terrestre formadas distintas capas de materiales sobre un suelo o el terreno que ya está adecuado para soportar todas las cargas que se pueden transmitir sobre ella que tiene como función principal el tránsito vehicular (p. 2)



Fig. 21. Pavimento

Fuente; Google

Los tipos de pavimento al hablar acerca de los tipos de pavimentos se hablan de dos pavimentos específicamente sobre el pavimento rígido y pavimento flexible o asfáltico.

El pavimento Flexible, Por lo general el pavimento asfáltico es el más económico y tiene una vida útil de aproximadamente entre 10 a 15 años. Este tipo de pavimento posee una desventaja debido a que la transferencia de la carga es puntual requiere

un mantenimiento consecutiva y constante para cumplir con el objetivo y vida útil de diseño. Según López Ortiz (2015) define que:

El pavimento flexible es aquellas en la que sus capas tienen una resistencia baja a la flexo-tracción, absorbiendo todas las sollicitaciones a partir de su resistencia al esfuerzo de corte dependiendo de la calidad y el espesor de las capas que distribuye las cargas superficiales hacia el terreno de fundación o terreno natural. Por lo general la calidad de resistencia de las capas aumenta o disminuye de acuerdo a su distancia de la rasante (Revista científica de ingeniería, 1988, p. 2).



Fig. 22. Estructura del pavimento flexible

Fuente: Congreso internacional de la universidad Tecnológica nacional.

El pavimento rígido, Es un tipo de pavimento que está construido por la subrasante, base y losa de concreto hidráulico y requiere del refuerzo del acero, este tipo de pavimento tiene un costo muy elevado al principio y su periodo de vida útil está entre un aproximado ya que esto depende del diseño de 20 a 40 primavera. La ventaja de este tipo de pavimento es que requiere de un mantenimiento mínimo, generalmente la zona afectada son las juntas de losas. Pattillo (1988) explicó:

El pavimento rígido es de vital importancia debido a que están compuesto por la losa de hormigón de cemento hidráulico que tiene un espesor

apropiado para absorber las cargas que transmiten los tránsitos a la subrasante y la base. La participación de la losa es uniforme. (p.10)

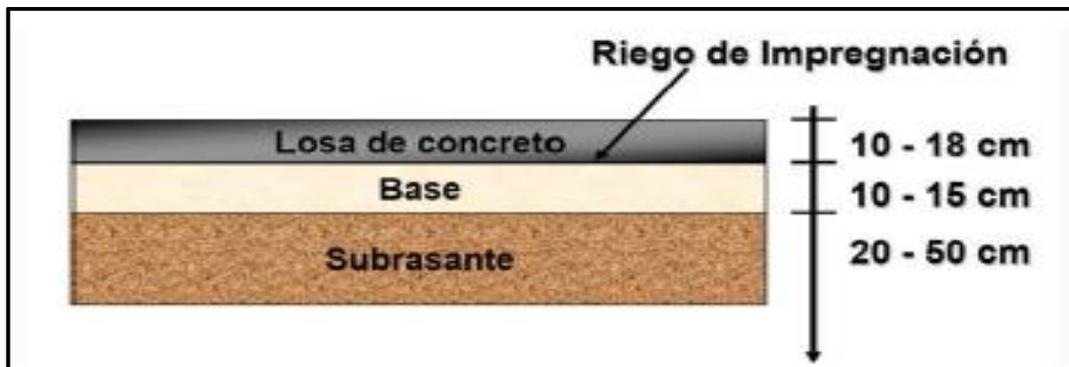


Fig. 23. Estructura del pavimento rígido

Fuente: Congreso internacional de la universidad Tecnológica nacional

Las diferencias que existente entre pavimento rígido y asfáltico la principal diferencia entre estos dos pavimentos es la manera de como transmiten las cargas en el terreno de fundación. El pavimento de concreto o comúnmente llamado pavimento rígido permanece como una placa debido a la alta rigidez del concreto y por ende esto hace que transfiera carga a la sub rasante en mayor cantidad de área y de esta forma transmite cargas o presiones muy bajas en las capas inferiores.

El pavimento asfáltico o flexible se construye con materiales literalmente débiles y por ende tiene una menor rigidez. El pavimento flexible es más deformable y trasmiten cargas al terreno de fundación muy concentrada y esto hace que las cargas transmitidas abarquen menos cantidad de área. Por lo tanto, se determina que el pavimento asfáltico requiere mayor cantidad de capas y de por sí de espesores mayores para que pueda resistir las cargas que son transmitidas al terreno de fundación.

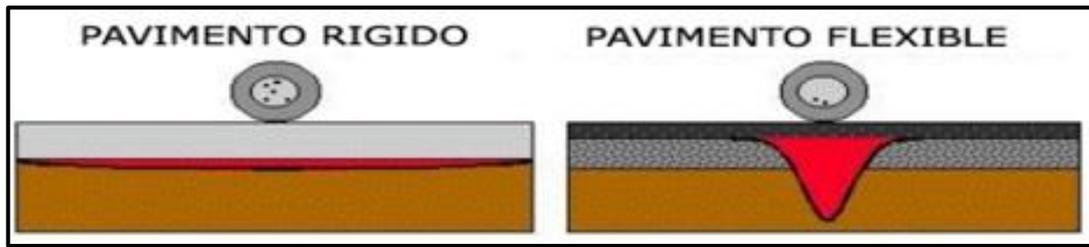


Fig. 24. Diferencias de transmisión de carga de un pavimento flexible y rígido

Fuente: Método AASHTO 93

Los tipos de pavimentos rígidos, existen diferentes tipos de pavimento de concreto las cuales están clasificados de acuerdo al orden de menor a mayor como se observa a continuación. Según (Deshmukh, Rabbani y Dhapekar (2017) definió que:

The fundamental difference between rigid and flexible pavements is given by the way of distribution of the loads in the subbase or subgrade. In the case of rigid pavements, due to the conditions of the material used, such as: rigidity and high modulus of elasticity, it is possible to distribute the loads over a larger area of the subgrade, so that a greater part of these The concrete slab absorbs them. (p. 3)

El pavimento de concreto simple o también conocido como pavimento de concreto hidráulico tiene un espaciamiento mayor entre juntas (6.10 y 36.60 metros o 20 a 120 pies) y este tipo de pavimento requiere o llevan obligatoriamente armadura distribuida en la carpeta de rodadura o losa para mantener cerrado las fisuras de contracción.

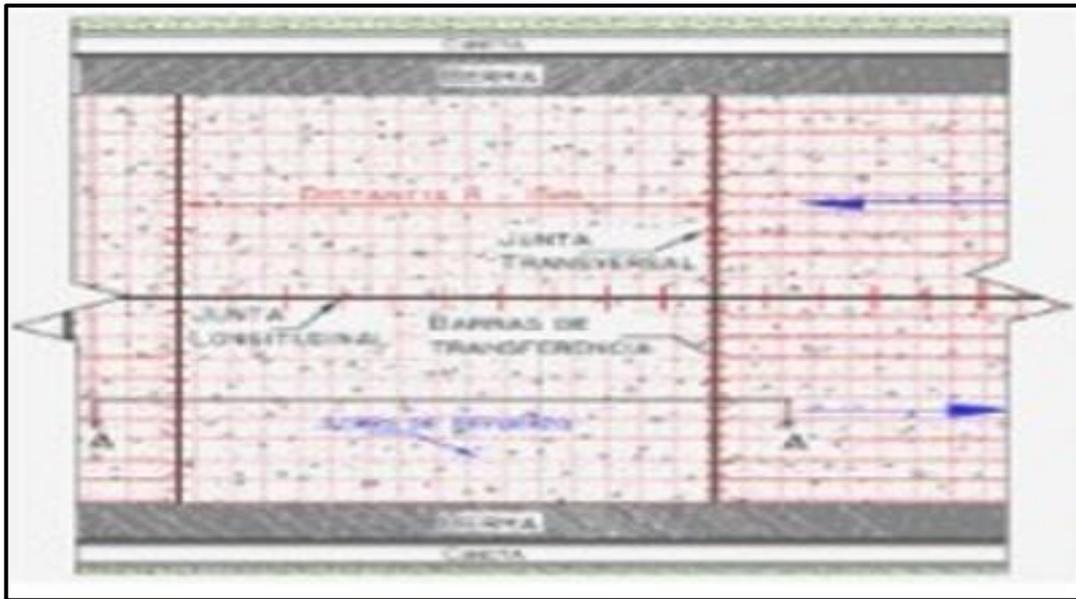


Fig. 25. Estructura del pavimento de concreto simple

Fuente; Invias, 2006

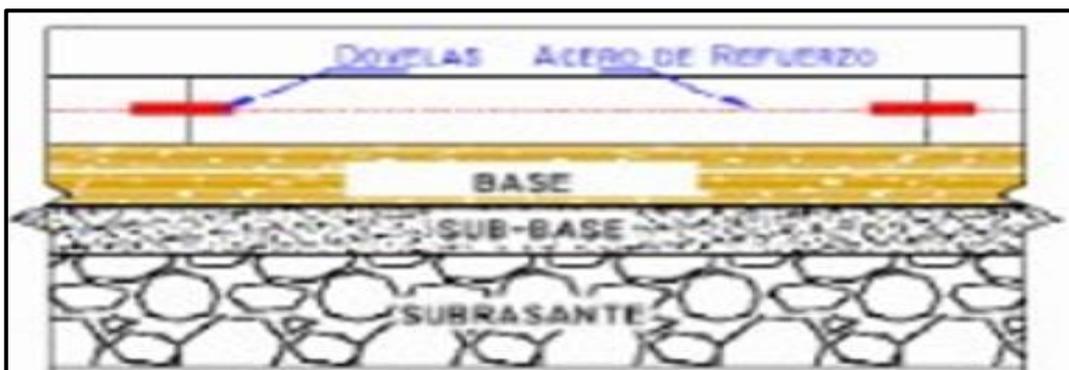


Fig. 26. Estructura del pavimento de concreto simple vista en perfil

Fuente; Invias, 2006

El pavimento de concreto simple sin pasador, son aquellos que no requieren o no llevan aceros ni otro elemento similar al acero para que esto salga perfecto es necesario poner juntas con un espaciamiento pequeño. Según el AASHTO 93.

El pavimento rígido simple sin pasador está formado por capas o losas relativamente de tamaños menores en general de 6 m de largo por 3.50 de ancho, los espesores en este tipo de pavimento varían de acuerdo para que se ha diseñado o qué uso se va dar. En las zonas residenciales estas

medidas varían entre 10 y 15 cm y en las denominas colectoras estas varían de entre 15 y 17 cm, también los espesores varían de acuerdo al tipo de estructura en carreteras es de 16 cm y en autopistas esta entre 20 o más cm (2012, cap.1 p. 2).

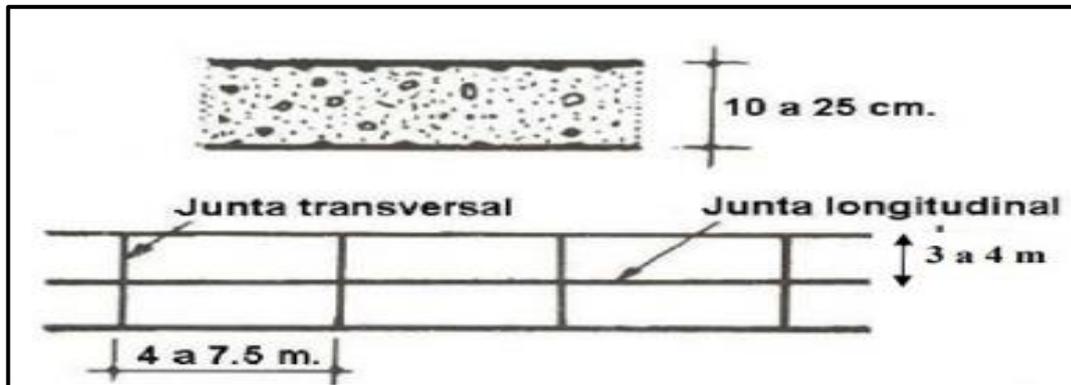


Fig. 27. Pavimento de concreto simple sin pasador

Fuente: AASHTO 93

EL pavimento de concreto simple con pasadores, se colocan barras o también llamados dowels, estos son materiales de acero lisos y se colocan en las juntas de contracción. Según el AASHTO 93:

Los pavimentos de concreto simple con pasadores tienen una función muy importante que es transmitir las cargas de la capa a la capa continua y de esta forma mejora las condiciones y formar juntas y evitan las dislocaciones verticales (2012, cap.1 p. 2).

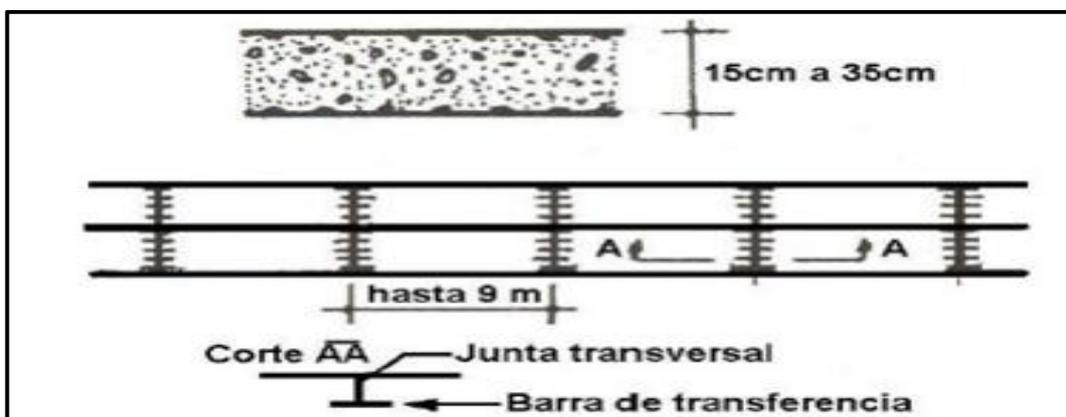


Fig. 28. Pavimento de concreto simple con pasador

Fuente: AASHTO 93

EL Pavimento de concreto reforzado con junta, este tipo de pavimento hidráulico tiene un espaciamiento mayor entre juntas (6.10 y 36.60 metros o 20 a 120 pies) y este tipo de pavimento requiere o llevan obligatoriamente armadura distribuida en la carpeta de rodadura o losa para mantener cerrado las fisuras de contracción.

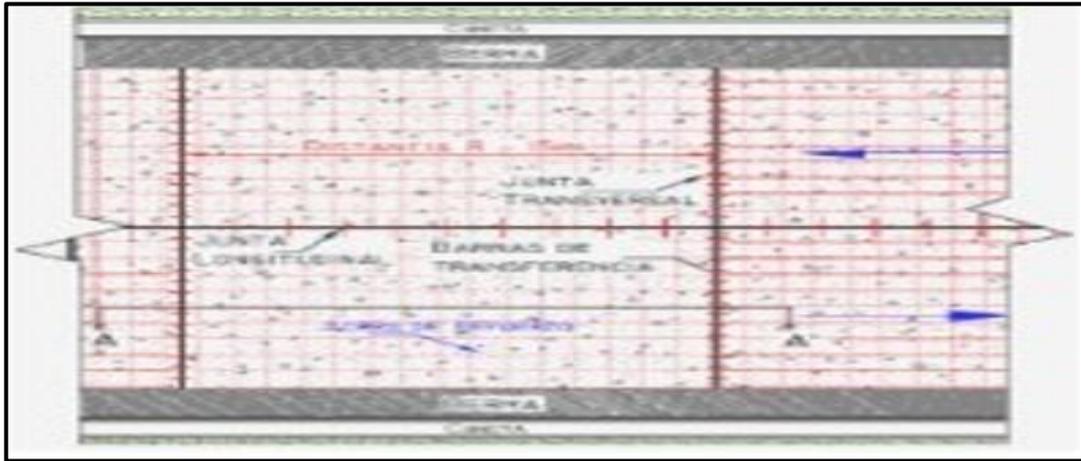


Fig. 29. Estructura del pavimento reforzado con junta

Fuente; Invias, 2006

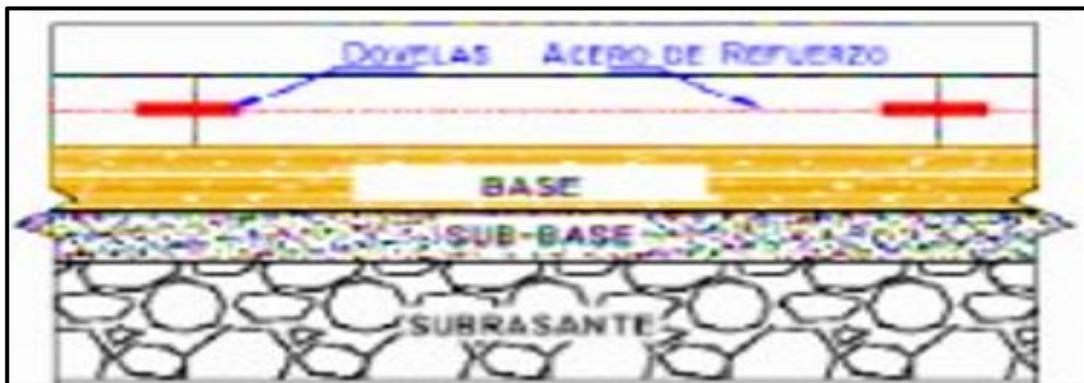


Fig. 30. Estructura del pavimento reforzado con junta vista en perfil

Fuente: Invias, 2006

Los pavoneos rígidos reforzados con juntas tienen refuerzos y además de ello tienen pasadores para soportar las transferencias de cargas en la junta de contracción. Según el AASTO 93:

El concreto rígido reforzado con juntas se forma con mallas de acero o también con aceros electrosoldados. El principal objetivo o función de las armaduras es evitar que las grietas lleguen a formarse y forma unida y de esta manera forma una buena transferencia de carga y así lograr que el pavimento cumpla con su función de comportarse como una unidad estructural (2012, cap.1 p. 2).

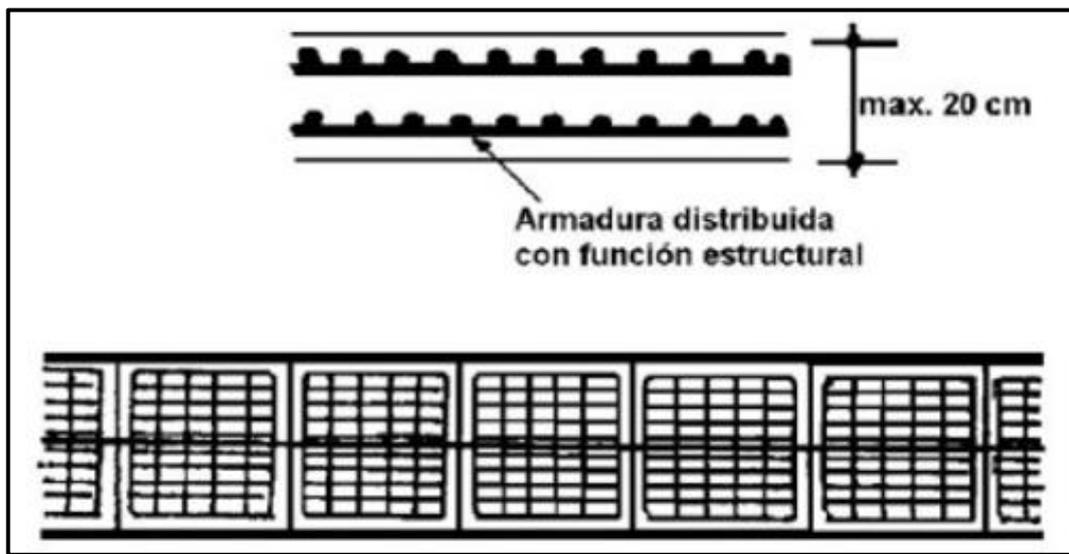


Fig. 31. Pavimento de concreto reforzado con junta

Fuente: AASHTO 93

El pavimento de concreto reforzado continuo, este tipo de pavimento tiene una armadura continua longitudinalmente pero no llevan juntas de manera transversal, sin embargo, si tiene juntas de contracción. En este tipo de pavimento la armadura transversal es opcional. En este tipo de pavimento cuentan con más armaduras que las juntas.



Fig. 32. Estructura del pavimento de concreto reforzado continuo

Fuente: Invias, 2006

El pavimento rígido reforzado continuo es muy distinto al pavimento rígido reforzado con juntas debido a que este tipo de pavimento se construye sin juntas de contracción debido a que los refuerzos que se ponen en este pavimento asumen todas las responsabilidades según el AASHTO 93:

En el pavimento de concreto hidráulico reforzado de manera continuo lo cual su refuerzo vital es el fierro longitudinal lo cual va colocado a lo largo del pavimento sin embargo el acero o refuerzo transversal es opcional en este tipo de pavimento (2012, cap.1 p. 2).

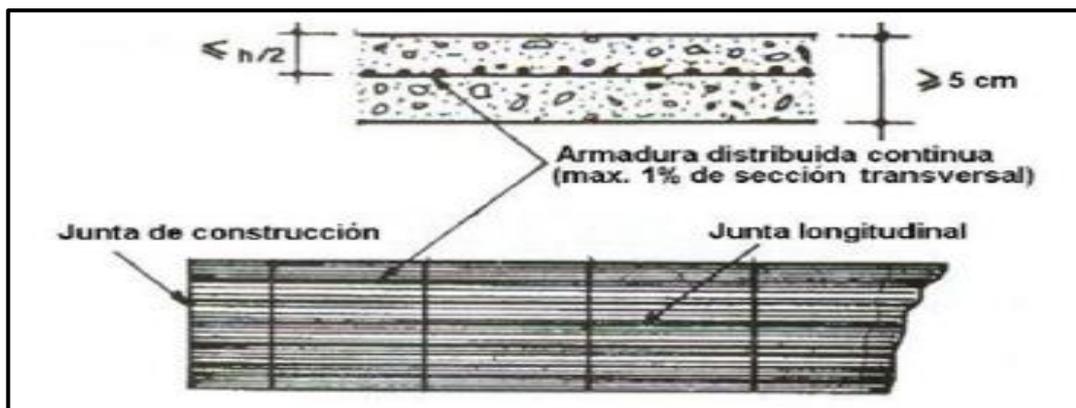


Fig. 33. Pavimento de concreto reforzado de forma continua

Fuente: AASHTO 93

Desarrollo natural de fisuras

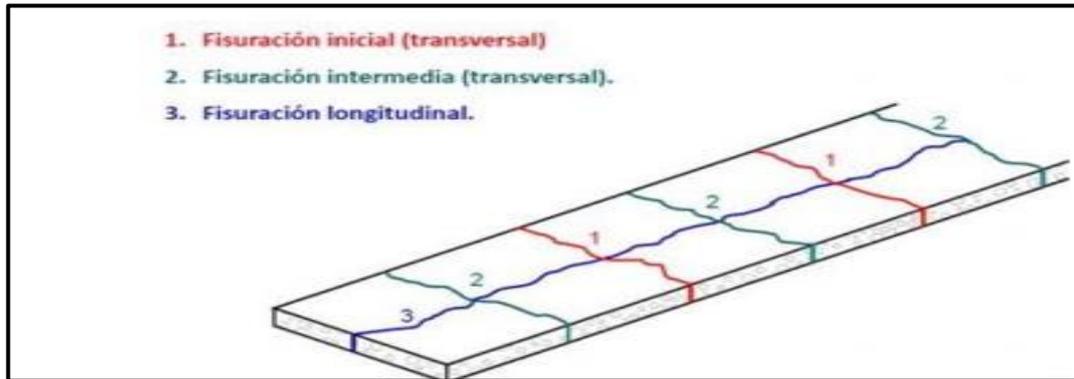


Fig. 34. Tipos de fisuras en un pavimento rígido

Fuente: Congreso internacional de la universidad Tecnológica nacional

Componentes principales del sistema

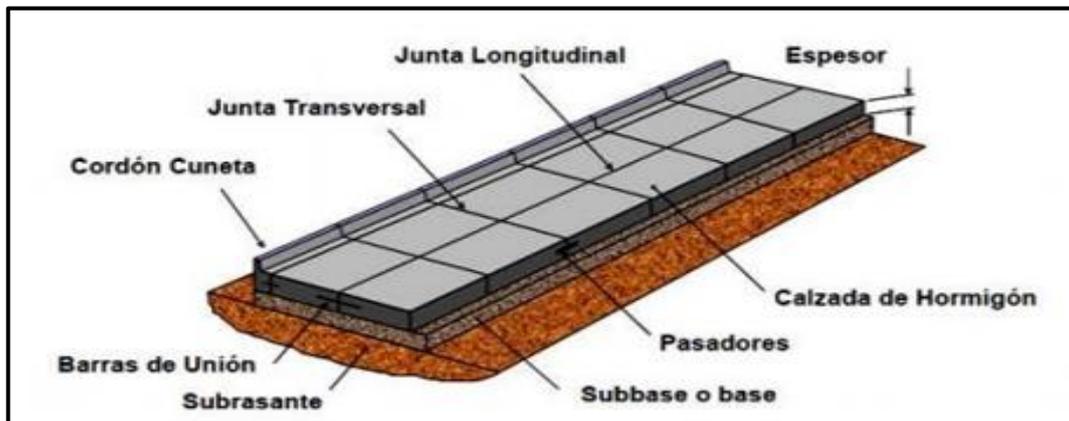


Fig. 35. Componentes principales del pavimento rígido

Fuente: Congreso internacional de la universidad Tecnológica nacional.

Las juntas son las que determinan las medidas o las dimensiones de la capa o losa de un pavimento y por ende controlan e impiden que se formen las fisuras. Las funciones de una junta son: determinar las medidas y el tamaño de la capa o losa, dar transferencia de carga, permitir el desplazamiento y dividir la obra o construcción. Este material es usado para las juntas de expansión. Los materiales para el sellado de junta deben cumplir o estar dentro de las especificaciones del MTOP.

Juntas de dilatación (separación y expansión), son construidas principalmente para permitir los movimientos adyacentes e interacciones de las estructuras de

drenaje mayormente estos tipos de juntas se colocan en estructuras fijas. Según el Instituto Bolivariano del cemento y el HormigónHormigón (2015) definieron que:

Existen tipo de juntas de dilatación y esto depende de la necesidad de empleo el primero es la junta con barras lisas que son para la transferencia de carga y esto hace que las barras se trasladen libremente por dilatación debido a que estas juntas tienen una separación medida de dos 2 cm y el tipo es de dilatación que no tiene un dispositivo de transferir cargas y los espesores de este tipo se aumenta en un 25% así de esta manera reducir los esfuerzo en las juntas (p.12)

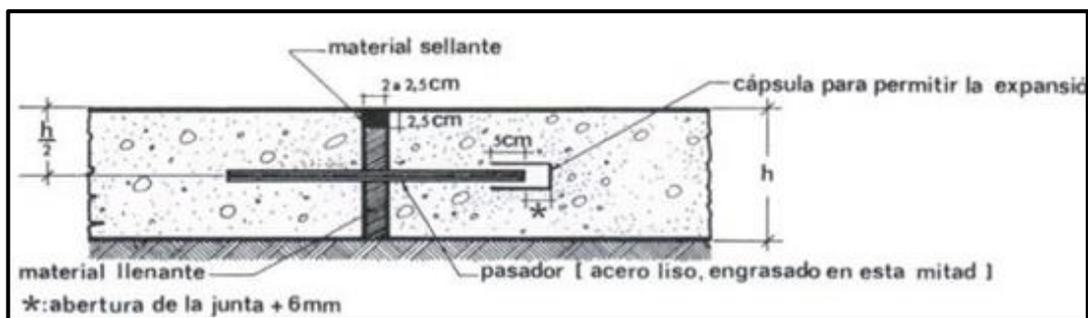


Fig. 36. Junta de dilatación tipo I

Fuente: Instituto Bolivariano del cemento y el hormigón

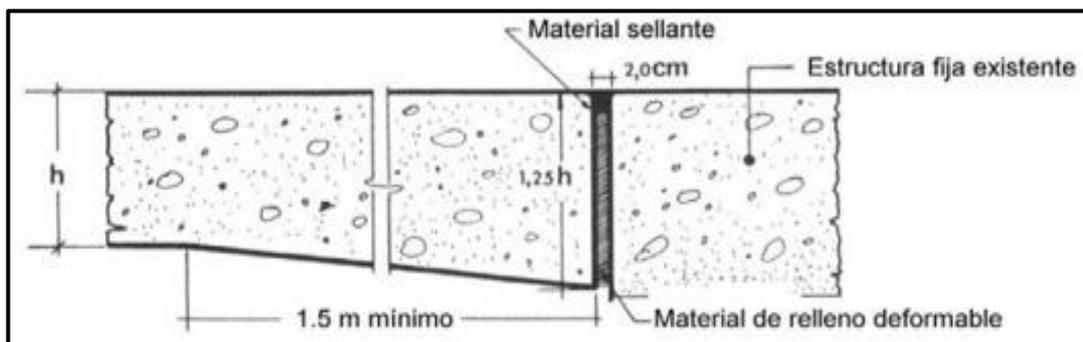


Fig. 37. Junta de dilatación tipo II

Fuente: Instituto Bolivariano del cemento y el hormigón

Las juntas transversales o de contracción son aquellas que son construidas de forma transversal al eje central de la carretera y con un espaciamiento moderada

para controlar las fisuras de la losa transversal según el Instituto Bolivariano del cemento y el HormigónHormigón (2015) argumentó que:

se han llevado a cabo muchos estudios que han demostrado que los espesores del pavimento, la rigidez de la base y por último el clima afecta la máxima separación entre las juntas transversales por otro lado también se dice que hay relación entre la longitud y el radio de rigidez de la losa (2015, p. 8).

Las juntas de construcción son aquellas que son centradas al final del trabajo si se produce un trabajo de mayor tiempo se requiese hasta de una hora en clima cálido y de hora y media en clima fría. Si estas juntas son muy importantes en una obra esta se debe construir midiendo con las juntas de contracción, y en el peor de los casos de que se dificulte esto deberá ser medido en el tercio medio de la junta longitudinal y esto debe ir siempre de forma trasversal a la línea central. Según el Instituto Bolivariano del cemento y el HormigónHormigón (2015) “Estas juntas obligatoriamente requieren de pasa juntas similares que las transversales de contracción” (p.10).

La junta longitudinal este tipo de junta que son paralelas al eje central y controlan la fisuración por lo que en la mayoría de los casos estos tipos de juntas definen las líneas del tráfico según el Instituto Bolivariano del cemento y el HormigónHormigón (2015). “En las juntas longitudinales se realizan el voceado en una sola pasada en este caso las transferencias de carga generalmente se producen en los agregados que se inician en las juntas después del corte” (p.10).

Los pasadores son barras de lisas que son colocadas en las juntas de forma transversal que permite transferir carga sin obstruir los movimientos horizontales de la losa.

Las barras al hablar acerca de las barras hay tres tipos barras de unión, de amarre y de pasa juntas que a continuación se dará a conocer.

Las barras de unión son colocadas en las juntas de forma longitudinal para permanecer ancladas, que garantiza de esta forma que estas formen o den transferencia de carga.

Las barras de amarre se ponen con un propósito especial que evite el desplazamiento o movimiento en sentido perpendicular de las capas o losas, las barras de amarre son de acero corrugado. Son elementos cilíndricos de longitud larga que forman el refuerzo en las obras que se construyen de hormigón armado. En este caso es denominado varilla o barra, pero tienen el mismo significado.

Las barras para juntas, son de forma transversal de contracción en las obras estas barras son juntas de emergencia ya que esto garantiza la transferencia de carga efectiva.

Propiedades mecánicas del concreto, El concreto tiene distintas propiedades mecánicas como la dureza, resistencia, tenacidad y la adherencia que a continuación se dará a conocer un poco de cada uno de ellas.

La dureza es una propiedad mecánica depende directamente de la estructura, constitución mineralógica y el origen de los agregados que se van a usar por lo que esta propiedad se determina realizando el ensayo dinámico por razonamiento, este ensayo consiste en que la dureza del concreto es medida mediante el grado de opción por lo que se debe rayar con una pieza de diamante que tiene la forma de una pirámide y posee un ángulo de 90° en el vértice.

La resistencia es una propiedad del concreto principalmente de la resistencia que poseen los agregados es por ello que es necesario que los agregados al momento de su explotación y al momento de ser triturado se realicen adecuadamente.

La tenacidad depende principalmente de la roca de origen.

La adherencia esta propiedad mecánica del concreto es muy importante debido a la interacción que existe entre la pasta y el agregado, por lo que esto es producido

por las fuerzas físico-químico, lo cual esto ayuda a la resistencia del concreto porque si hay mayor adherencia habrá mayor resistencia por lo que se puede decir que la adherencia y la resistencia son directamente proporcional.

Los ensayos para medir la resistencia del concreto para un pavimento rígido, para conocer la resistencia a compresión de un pavimento rígido se hablará hacer del ensayo de resistencia a la compresión del concreto en este caso será de concreto para un pavimento rígido.

La resistencia a la compresión lo cual depende de la calidad de la mezcla y del tiempo de curado y esta resistencia puede ser hasta $f'c = 560$ a 700 kg/cm^2 . Pero las más usadas son de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Las mezclas d concreto pueden ser diseñados con tal de que obtengan una gran cantidad de propiedades mecánicas y de gran durabilidad que cumplan con lo requerido por el diseño de la estructura a ejecutar. La resistencia a la compresión es la más usada por los ingenieros civiles para que puedan diseñar algún tipo d estructura de concreto.



Fig. 38. Resistencia a la compresión
Fuente: Laboratorio de arquitectura moderna

El ensayo de resistencia a la compresión este es un tipo de ensayo que se realiza mínimo con 12 probetas con las dimensiones de 53x15 cm y estos ensayos se deben retirar después de 7, 14 y 28 días del colocado del concreto después de la extracción se hace el curado durante 48 horas. Según la revista de pavimento de concreto:

El ensayo a la compresión debe cumplir con las exigencias que mandan las normas en especial la norma NTC 673. La extracción del famoso testigo sirve también para ver la homogeneidad de la colocación del concreto para observar si hay presencia de hormigueos del mismo observar la calidad del concreto (2013, p. 3).

Esta actividad o este ensayo se ejecutan con el objetivo de que se pueda comprobar que la mezcla del concreto o la muestra cumpla con la resistencia planificada o especificada en el expediente técnico o en el RNE.



Fig. 39. Ensayo de la compresión del concreto
Fuente: revista de pavimento de concreto, (2013)

La resistencia a la flexión, al realizar este ensayo es una forma de medir la resistencia a flexión o tracción de la muestra o del concreto también es una forma de medir las fallas que se presentan en una viga. La resistencia se mide añadiendo cargas en las vigas de medidas de 6 pulgadas por 6 pulgadas.

Tabla 15. Método para hallar la resistencia a la flexión utilizando la resistencia a compresión

MÉTODO PARA HALLAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN UTILIZANDO LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE TESTIGOS			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3
MR, Mpa	5.03 (OK)	4.74 (?)	5.04 (OK)
$f_{cr} = .3 \times \left(\frac{5.03 + 5.04}{31.0 + 30.1} \right) = 5.32 \text{ MPa}$			

Fuente: Revista de pavimento de concreto, (2013)

El ensayo de resistencia a la flexión, este es un tipo de ensayo que se realiza para la medición de la resistencia de la falla del momento de una losa o viga de concreto sin reforzar, este ensayo se realiza mediante la aplicación de una carga de un aproximado de 150x150 mm de concreto y las dimensiones de la viga debe ser según el reglamento la medida de la luz debe ser tres veces el espesor. Esta resistencia se mide en MPa – kg/cm² y los estudios o el ensayo se realiza bajo las condiciones de la norma NTC 2871. Según la Revista de pavimentos de concreto

Este ensayo generalmente se utiliza una viga sin embargo este tipo de ensayo presentan varias complicaciones en el momento de la ejecución por ende la mayoría de las obras que requieren de este ensayo optan por la correlación entre flexión y compresión que mayormente se usa para ver la calidad de un pavimento (2013, p. 2).



Fig. 40. Ensayo a flexión ASTM C890

Fuente: Revista de pavimentos de concreto (2013)

El módulo de elasticidad este es un ensayo se realiza mediante el módulo de Young y lo más importante la razón de poisson de cilindros que son moldeados delicadamente en los laboratorios a medida que se aplica el esfuerzo en la compresión longitudinal. El módulo elasticidad tiene la capacidad de medir la pendiente de dos puntos unidos

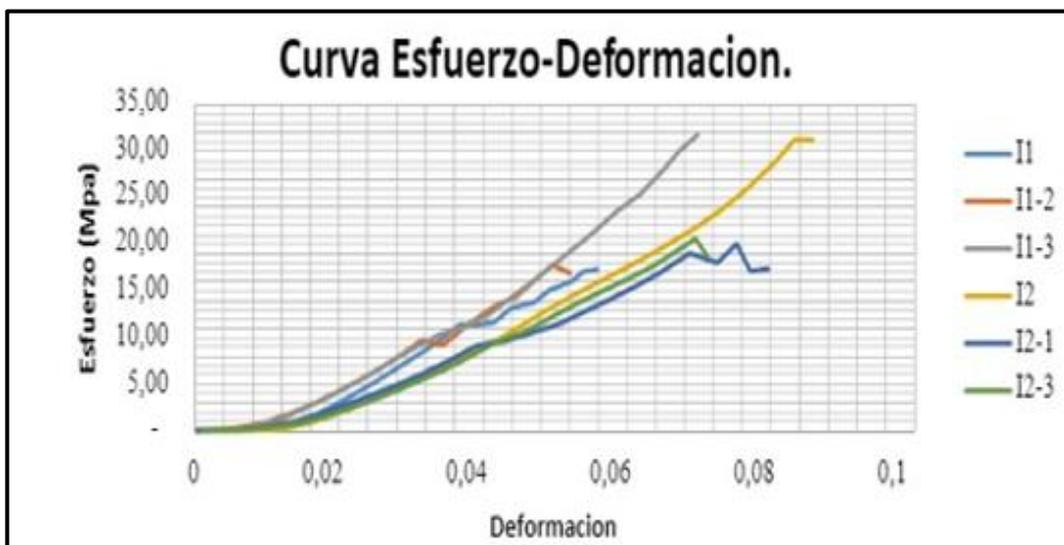


Fig. 41. Curva esfuerzo – deformación

Fuente: Universidad Tecnológica de Bolívar

El ensayo de módulo de elasticidad, este tipo de ensayo brinda la relación entre el esfuerzo y la imperfección o deformación del concreto y del mismo modo la relación entre longitudinal y lateral de una muestra de concreto endurecido. El módulo de elasticidad y la relación poisson son aplicables en los esfuerzos de los trabajos que mide desde 0 hasta un 40% la resistencia última del concreto según la norma ASTM C 469:

Los resultados que se obtienen del ensayo del módulo de elasticidad son usados para determinar el dimensionamiento de concreto sin reforzar y reforzado del mismo modo para comprobar los esfuerzos por medio de las deformaciones vistas. Para este tipo de ensayo los especímenes son de forma cilíndrica según lo especifica la norma ASTM C 192 o ASTM C 31 o también según las normas ASTM C 42 si solo si estos cumplen con las medidas establecidas (2012, p. 2).

II. METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

Al respecto Vargas (2009) sostiene que la investigación aplicada “requiere un marco, es decir, seleccionar teorías en cual exponen definiciones centrales y sus rasgos contextuales de acuerdo a la problemática identificada” (p. 7).

La investigación será de **tipo aplicada** debido a que parte de los antecedentes que se realizaron en otras investigaciones.

Según Niño (2011) sostiene que “un diseño experimental implanta relaciones de causa y efecto, así mismo descubre, comprueba, niega o confirma teorías” (p. 34). El proyecto está basado en un **diseño experimental** ya se está manipulando una de las variables, en esta investigación se asignan porcentajes de incorporación de cenizas de madera y fibra de coco a las futuras muestras de la variable independiente.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que “los diseños cuasiexperimentales consisten en manipular una variable independiente con el fin de observar el efecto que representa sobre las variables dependientes” (p. 184).

Además, consta de un **diseño cuasiexperimental**, que es derivado del diseño experimental, ya que el investigador definirá el lugar de donde se extraerá la muestra a evaluar.

Al respecto Niño (2011) señala que “implica averiguar las causas de las cosas y hechos de la realidad, respondiendo preguntas fundamentales con la finalidad de conocer el porqué de los sucesos” (p. 35).

La investigación es de **nivel explicativo** debido a que va a determinar a través de resultados el mejoramiento de la subrasante tras la incorporación del caucho en polvo, y se explicarán detalladamente los procedimientos empleados.

Por otro lado, Niño (2011) mencionan que “está relacionado con la cantidad y utiliza principalmente las mediciones y cálculos” (p. 31).

La investigación es de **enfoque cuantitativo** ya que parte de una hipótesis cuyo resultado será representado numéricamente, es decir, en cuanto mejorará la plasticidad, compactación y resistencia de la subrasante.

3.2 Variables y operacionalización:

Variable independiente:

Cenizas de madera y fibra de coco

Variable dependiente:

Estabilización de la subrasante

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

Según Niño (2011) sostienen que "la población se constituye por una totalidad de elementos que conforman el ámbito de la investigación" (p. 56). La población del proyecto de investigación está conformada por el distrito de Huancavelica, Región de Huancavelica.

Muestra:

Al respecto Niño (2011) sostiene "la muestra es una representación de la población, que es seleccionada con la finalidad de estudiar las características de una población total" (p. 56).

La muestra está conformada por toda la subrasante de la Av. Andrés Avelino Cáceres cuadra 1. En la avenida en estudio, se ejecutarán dos calicatas de 1.50 m de profundidad a cada 50m, y una vez obtenida la muestra, se procederá a realizar los ensayos descritos anteriormente.

Muestreo:

Según Niño (2011) señala que "el muestreo se define como la técnica mediante el cual se calcula la muestra de la población" (p. 57).

El muestreo será de tipo no probabilístico debido a que la muestra está delimitada por el investigador, es decir, no se escogió al azar. Se escogió la zona más afectada para la obtención de las muestras.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Técnica. Niño (2011) sostiene que “se entiende como la actividad que implica la investigación, son llamados también métodos o como el instrumento que se aplicará a la investigación” (p. 30).

Según Niño (2011) señala que “la observación nos permite tener conocimiento del mundo cotidiano y evadir sus peligros y solventar sus necesidades” (p. 62).

La técnica aplicada en el proyecto de investigación será la observación, debido a que es el método más confiable que acerca a la verdad.

Instrumento de recolección de datos. Según Baena (2017) señala que “los instrumentos son considerado como apoyo de la técnica con la finalidad de que cumpla con su propósito” (p.83). En cada variable se aplicarán diversos instrumentos, como ensayos efectuados en laboratorio con el fin de obtener resultados confiables en cuanto a los diferentes ensayos mencionados anteriormente para poder determinar el comportamiento de la ceniza de madera y fibra de coco en la estabilización de subrasante de la Av. Andrés Avelino Cáceres cuadra 1.

Validez. Según Hernández et al. (2014) mencionan que “la validez está relacionada con el grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (p. 233).

El proyecto de investigación será validado por el juicio de especialistas en el campo de la Ingeniería Civil, que consistirá en validar los instrumentos que se aplicarán en el desarrollo de los ensayos de laboratorio, y a través de la obtención las firmas de tres especialistas en el tema se dará mayor consistencia a los instrumentos propuestos.

Confiabilidad. Al respecto Hernández et al. (2014) sostienen que “la confiabilidad se define como el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes” (p. 233).

En el proyecto de investigación, está relacionado con la calibración de los equipos empleados en los ensayos de laboratorio, con el fin de garantizar de que los resultados obtenidos en los ensayos son los más exactos posibles y a la vez son confiables.

3.5 Procedimientos

Para el terreno en estado natural, se tomará una muestra por cada calicata que se va a ejecutar en el proyecto, con el fin de determinar el contenido de humedad de la muestra, análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg y posterior a ello se procederá a clasificar el suelo por los métodos SUCS y AASHTO. Seguidamente se realizará la compactación del suelo con una energía modificada (Proctor Modificado) para determinar los valores de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad y finalmente se realizará el ensayo del CBR para determinar el porcentaje del índice de resistencia del suelo en estado natural. Por otro lado se tendrá el terreno tratado, que consistirá en la incorporación de la cenizas de madera y fibra de coco por separado a cada una de las muestras, se comenzará realizando los límites de Atterberg para determinar de qué manera afectará la plasticidad del suelo, seguidamente se realizará la compactación del suelo con una energía modificada (Proctor Modificado) con la incorporación de las diferentes dosificaciones de ceniza de madera y fibra de coco (8%, 13% y 17%) con el fin de calcular los nuevos valores de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad. Finalmente, se calculará el CBR del terreno tratado con la incorporación de las diferentes dosificaciones de cenizas de madera y fibra de coco por separado en forma independiente (8%, 13% y 17%) para determinar el índice de resistencia del terreno tratado.

3.6 Método de análisis de datos

Según Baena (2017) indica que “las investigaciones requieren procesamientos de informaciones claras, comprensibles y efectivos con el fin de poder interpretar la realidad que se está investigando y poder obtener resultados idóneos”

En la presente investigación se realizarán los ensayos de contenido de humedad de un suelo, análisis granulométrico de suelos por tamizado, límite líquido de los suelos (LL), límite plástico de los suelos (LP) e índice de plasticidad (IP), Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) y finalmente el ensayo de CBR de los suelos (laboratorio). A continuación, se detallará como se llevará a cabo cada ensayo y la manera sintetizada siguiendo rigurosamente el Manual de

Ensayos de Materiales 2016 establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.7 Aspectos éticos

El proyecto está realizado con mucha transparencia, compromiso, responsabilidad y sobre todo respeto por los antecedentes, citándose de manera adecuada ya que sirvieron como principal fuente de información. Por otro lado, el presente proyecto se elaboró guiándome del Manual de Ensayos de Materiales 2016 establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones con el fin de obtener resultados confiables durante el desarrollo de los diferentes ensayos propuestos.

IV. RESULTADOS

Ubicación Geográfica

Nombre del proyecto:

La presente tesis tiene por título “Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de madera y fibra en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica - 2021”.

Ubicación de la Zona de estudio:

La presente tesis se realizó en el distrito de Huancavelica ubicada específicamente en la Av. Andrés Avelino Cáceres, cuya coordenada es -12.782219 con -74.993089 con una elevación de 3680 msnm ubicado exactamente entre las progresivas 00+00 hasta la progresiva 00+91 Km.

El objetivo de la presente tesis es Determinar la influencia de la adición de ceniza de madera y fibra de coco en porcentajes de 8%, 13% y 17%, en el mejoramiento de la estabilidad del suelo arcilloso para su uso como sub rasante en las vías de acceso de la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica – 2021.

El área de influencia de la presente tesis, se encuentra ubicada en:

Región : Huancavelica.
Departamento : Huancavelica
Provincia : Huancavelica
Región Geográfica : Sierra.
Distrito : Huancavelica

El Distrito de Huancavelica posee un total de 159, 740 habitantes con una densidad de 79,4 hab/km² es uno de los distritos más extensos de la provincia de Huancavelica la población va en crecimiento con respecto a años anteriores, el distrito de Huancavelica limita por el sur con el distrito de Castrovirreyna y Huaytará por el norte con el distrito de Tayacaja por el oeste con el distrito de Junín y Lima y por el este con el distrito Acobamba, Churcampa y Angaraes.



Fig. 42. Localización geográfica del Proyecto



Figura 43. Ubicación del distrito de Huancavelica en el mapa de Huancavelica



Figura 44. Ubicación del distrito de Huancavelica en el mapa del Perú

Accesibilidad a la Zona de Estudio:

Para llegar al área de intervención, partiendo desde la plaza principal de Huancavelica con rumbo oeste, se toma el Jr. Virrey con dirección al oeste, llegando al Jr. García Los Godos; hasta llegar al cruce con el Jr. Jorge Chávez llegamos al inicio de la Av. Mariscal Andrés Cáceres hacemos recorrido toda la Av. Mariscal Andrés Avelino Cáceres, a partir del grifo Petro Perú a la altura del arco del barrio de Yananaco se inicia el área de estudio de la presente tesis.

Estado actual de la zona del proyecto:

La vía en estudio tiene las mismas características a lo largo del kilómetro y es la vía de salida a la carretera los libertadores, por lo que, a continuación para un mejor análisis se describe el tráfico actual que generalmente está compuesto por el tráfico de carga pesada que es el que existe actualmente, tiene un crecimiento vegetativo, el tráfico que actualmente existe en la zona es el que deriva de los vehículos de

carga pesada que circulan permanentemente acareando material de construcción de las canteras que existen en el margen del anexo de Callqui Chico.

Trabajo de Campo

Ubicación de las calicatas

Se realizaron 02 calicatas dentro del kilómetro y medio que comprende el estudio de la presente tesis, a cada uno de las calicatas se le asignó un código para reconocer objetivamente cada una de ellas, C-01 y C-02.



Fig. 45. Excavación de calicata 01



Fig.46. Excavación de calicata N°02

Cada uno de las calicatas se realizó a cada 60 m. una tras otra tal como lo indica el manual de carreteras y pavimentos del MTC, la calicata C-01 se encuentra ubicada en la progresiva 00 +180 y la segunda calicata C-02 se encuentra ubicada en la progresiva 00 + 240, las cuales se desarrollaron respetando los procesos, procedimientos, normas y reglamento que están vinculadas a los ensayos de materiales, de modo que se realice los ensayos con objetividad.



Fig.47. Calicata 01



Fig.48. Calicata N° 02

Se determinó realizar los ensayos de laboratorio con la muestra obtenida en la calicata C-01, esto debido a que se encuentra ubicada favorablemente en nuestra zona de estudio y cumple las mismas condiciones, características y propiedades físicas que las dos próximas calicatas C-02.

Tabla 16: Ubicación y descripción técnica de las calicatas

Calicata	Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Cordenada
C-01	C-01	00 + 180	1.5	DERECHO	-12.782406° -74.993062°
C-02	C-02	00 + 240	1.5	IZQUIERDO	-12.779919° -74.994794°



Fig. 49. Recolección de muestras de calicata 01

Trabajo de Laboratorio

Se realizó 01 ensayos de granulometría (NTP 339.132, 2014) de la muestra de suelo de la calicata con código C-01 para determinar su clasificación granulométrico de las partículas de la que está compuesta la muestra, se realizó la clasificación de suelos mediante el sistema AASTHO (NTP 339.135, 2014) y SUCS (NTP 339.134, 2014), así mismo se realizó 01 ensayo de límites de Atterberg para determinar el

índice de plasticidad de la muestra de suelo en estado natural de la calicata C – 01, dentro de este ensayo se realizó el análisis y estudio de límite líquido (MTC E-110, 2016) y límite plástico (MTC E-111, 2016) de las cuales se obtuvo el índice de plasticidad, así mismo se realizó el ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de del suelo (MTC E-113, 2016), seguidamente se realizó el ensayo para determinar el material que pasa por el tamiz N°200 por el método “A” (NTP 339.132, 2014), de del mismo modo se realizó 07 ensayos de Proctor Modificado (MTC E-115, 2000) para determinar su máxima densidad seca y su humedad natural, se ensayara a la muestra: 01 ensayo de la muestra en estado natural, 02 ensayos de la muestra de suelo con adición del 7% de cenizas de madera y cenizas de fibra de coco, 02 ensayos de la muestra de suelo con adición del 13% de cenizas de madera y cenizas de fibra de coco y 02 ensayos de la muestra de suelo con adición del 18% de cenizas de madera y fibra de coco , del mismo modo se realizara 07 ensayos de CBR (MTC E-132, 2000) para determinar su capacidad de resistencia del suelo se ensayará a la muestra: 01 ensayo de la muestra en estado natural, 02 ensayo de la muestra de suelo con adición del 7% de cenizas de madera y cenizas de fibra de coco, 02 ensayos de la muestra de suelo con adición del 13% de cenizas de madera y fibra de coco y 02 ensayos de la muestra de suelo con adición del 18% de cenizas de madera y cenizas de fibra de coco, los ensayos se realizaron en el laboratorio CONSULTEC.

La muestra de suelo C-01 fue empleado para el desarrollo de la presente tesis fue tratada con mucho cuidado al momento de su manipulación de modo que esta no altere los resultados, el estudio se realizó respetando los parámetros establecidos dentro de las normas y los reglamento que definen los procedimientos estandarizados, cuyo resultado obtenido ha logrado analizar detalladamente cada uno de las características y propiedades de la muestra de suelo obtenidas de la calicata con código C-01.



Fig. 50. Recepción de materiales de calicata en laboratorio



Fig. 51. Ceniza de fibra de coco

Granulometría ASTM 422 - MTC E 107

En primer orden se llevó a cabo el ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM-422, MTC E 107, NTP 339.134-2014), este ensayo determinó cuantitativamente las características físicas de las partículas que componen la muestra de suelo C-01 en estado natural, clasificándolo y separándolo de acuerdo a su tamaño, se emplearon mallas de diferentes dimensiones de modo que estas determinaron el tamaño de las partículas.

Tabla 17: Granulometría de la muestra de la calicata C-01 en estado natural.

TAMICES ASTM	ABERTURA m.m.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	Tamaño Máximo 2"
3"	76.200						Descripción de la Muestra Peso Inicial = 4300.00 grs Caras Fract. = **_** % Peso Específico = **_** gr/cc Límite Líquido= 30.00 % Límite Plástico= 27.47 % índice Plástico= 2.53 % Clasif. SUCS : GC-CL Clasif. AASHTO: A-2-4 Observaciones: ----- No Contiene Mat. Orgánica.*_.* Part. Chatas y Alargadas *_.* Peso Fino: 2,448.90 grs. Peso Grava: 1,851.00 grs. Peso Fracción: **_** grs.
2 1/2"	63.300						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	709.8	16.5	16.5	83.5		
3/4"	19.050	134.3	3.1	19.6	80.4		
1/2"	12.700	314.6	7.3	26.9	73.1		
3/8"	9.525	186.2	4.3	31.2	68.8		
1/4"	6.35	301.0	7.0	38.2	61.8		
N° 4	4.760	205.2	4.8	43.0	57.0		
N° 8	2.38	568.5	13.2	56.2	43.8		
N° 10	2.000	165.0	3.8	60.0	40.0		
N° 16	1.19	528.0	12.3	72.3	27.7		
N° 20	0.840	287.4	6.7	79.0	21.0		
N° 30	0.59	259.3	6.0	85.0	15.0		
N° 40	0.420	217.3	5.1	90.1	9.9		
N° 50	0.297	160.4	3.7	93.8	6.2		
N° 80	0.177	167.0	3.9	97.7	2.3		
N° 100	0.149	58.0	1.4	99.1	0.9		
N° 200	0.074	35.0	0.8	99.9	0.1		
PAN		3.0	0.1	100.00	**_**		
TOTAL		4300.00					

En la tabla 17 que comprende al análisis granulométrico por tamizado de la muestra de suelo de la calicata C-01, donde se puede observar que el porcentaje de las partículas que pasa por el tamiz N°200 es del 00.00 %, la cual indica que la muestra de suelo de la calicata C-01, cumple con los requerimientos estandarizados en la norma ASTM 422 – MTC 107 y norma NTP 339.132 - 2014, que indica que al pasar menos del 35 % de material de la muestra por el tamiz N°200 se considera como grueso según su clasificación.

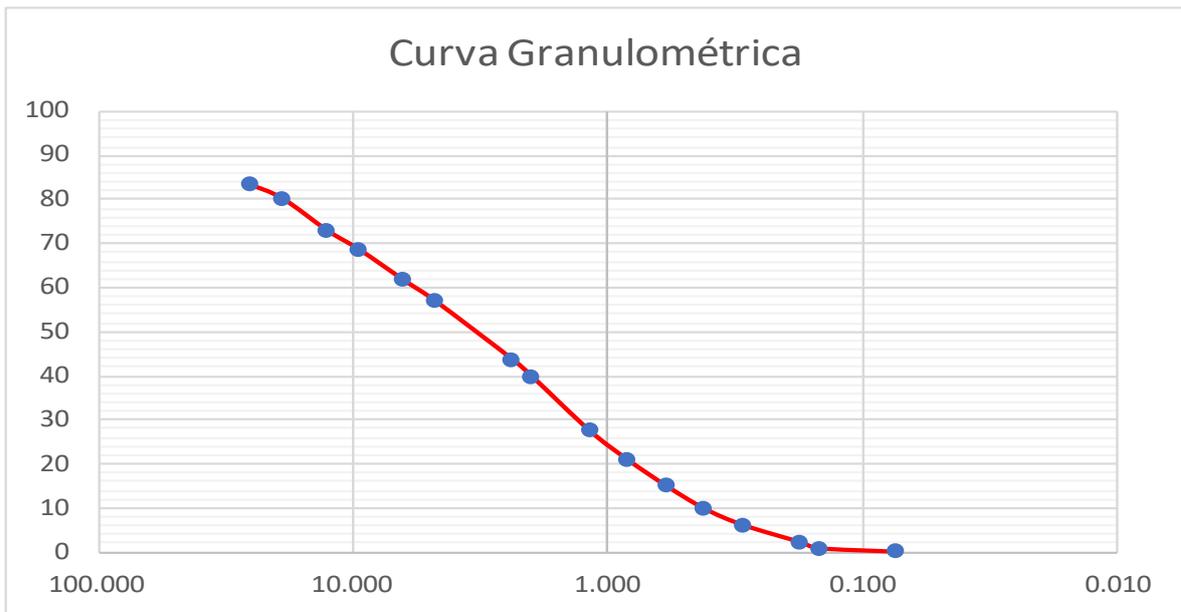


Figura 52: Curva de la granulometría de la muestra de la calicata C-01 en estado natural.

De la muestra de suelo C – 01 ensayada en laboratorio se determinó la clasificación de suelo mediante el sistema SUCS (NTP 339.134-2014) y AASHTO (NTP 339.135-2014) la cual como resultado estableció como signo convencional GC-CL en el sistema de clasificación de SUCS y como resultado estableció como signo convencional A-2-4 en el sistema AASHTO, de ese mismo modo se pudo calcular el contenido de humedad de la muestra C-01 en estado natural, tal como podemos observar en la tabla 18.

Tabla 18: Resultado de clasificación SUCS, AASHTO y contenido de humedad de la C-01.

Muestra	Progresiva	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Contenido de humedad
C -01	25+ 000	GC-CL	A-2-4	14.6 %

Límite de Atterberg ASTM 4318

Se realizó a la muestra de suelo C-01 los ensayos de Límites de ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090 - 2000), para poder determinar el Limite Liquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad, estos resultados obtenidos en el ensayo es de gran

importancia para poder determinar la clasificación del suelo en estudio, de modo que, se pueda determinar y conocer sus características físicas y mecánicas para poderlas mejorar, en la tabla 19 se observa los resultados de los ensayos de límites de Atterberg, el resultado de la muestra ensayada determino que el límite líquido de la muestra C-01 es de 30%, el límite plástico es del 27.47% de modo que la diferencia de ambas nos dio como resultado que el índice de plasticidad es del 2.53% por lo que corresponde según la clasificación de suelos poco arcillosos que está en el rango de $IP \leq 20$ a $IP > 7$ determinado con una plasticidad baja. Asimismo, se presentan los resultados con adición de cenizas de madera y fibra de coco del 7 %, 13 % y 18 %, de modo que se pudo conocer objetivamente el índice de plasticidad.



Fig. 53. Realizando ensayos para determinación de límite líquido



Fig. 54. Ensayos de límites de ATTERBERG Límite Líquido

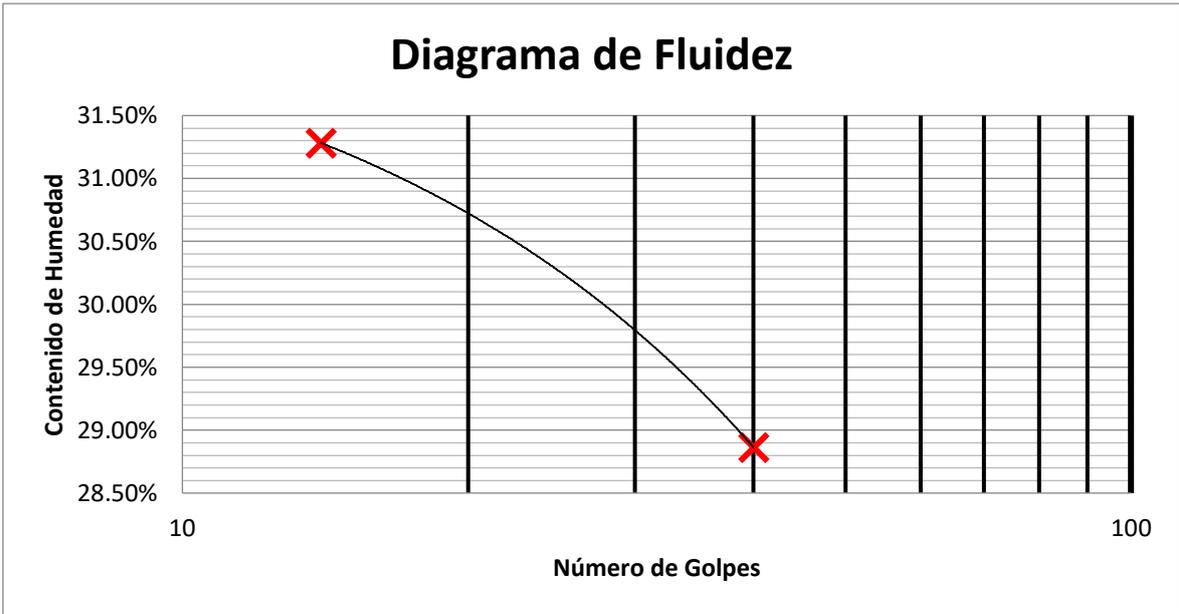


Figura 55: Diagrama de fluidez del suelo natural.

En la estratigrafía 55 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación al número de golpes de la muestra de suelo C-01 en estado natural sin adición de ningún aditivo se observa que el límite líquido es 30% y el límite plástico 27.47% siendo el índice de plasticidad 2.53%, donde se determina suelo de baja plasticidad.

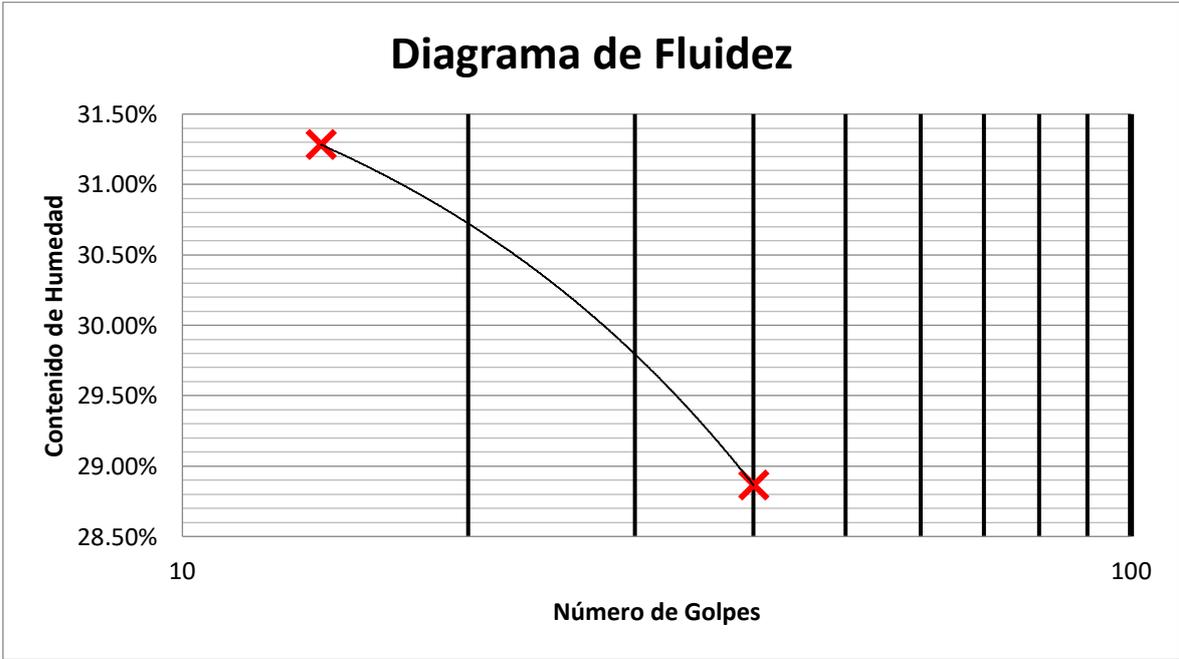


Figura 56: Diagrama de fluidez de la muestra C-01 + 7 % de cenizas de madera.

En la estratigrafía 56 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación al número de golpes de la muestra de suelo C-01 + 7 % de cenizas de madera, se observa que el límite líquido es 45.25% y el límite plástico 42.62% siendo el índice de plasticidad 2.63%, donde se determina suelo de baja plasticidad.

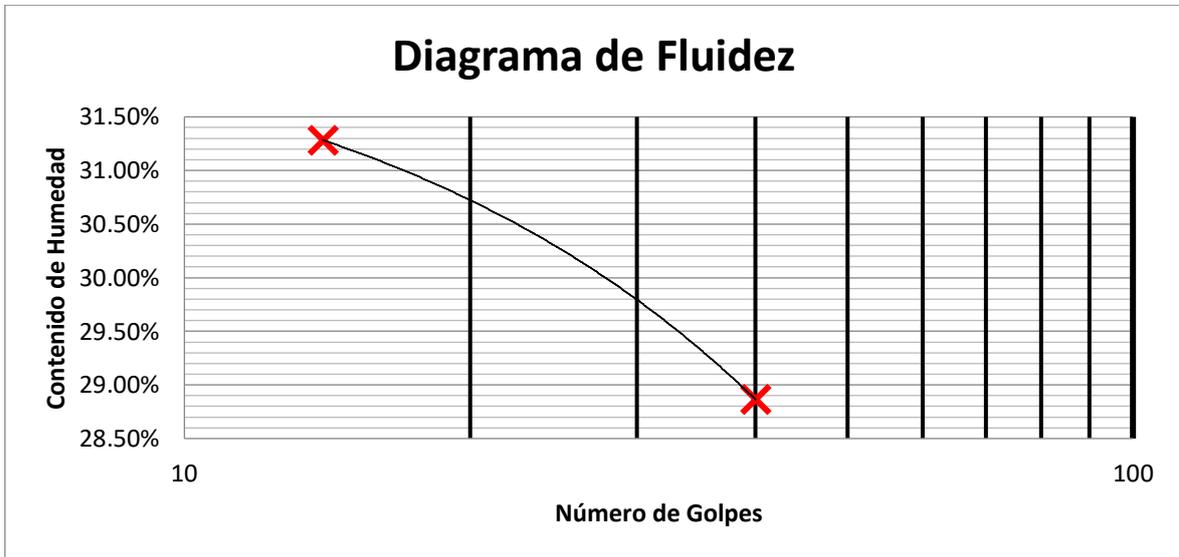


Figura 57: Diagrama de fluidez de la muestra C-01 + 7 % de cenizas de coco. En la estratigrafía 57 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación al número de golpes de la muestra de suelo C-01 + 7 % de cenizas de coco, se observa que el límite líquido es 31.85% y el límite plástico 29.49% siendo el índice de plasticidad 2.36%, donde se determina suelo de baja plasticidad.

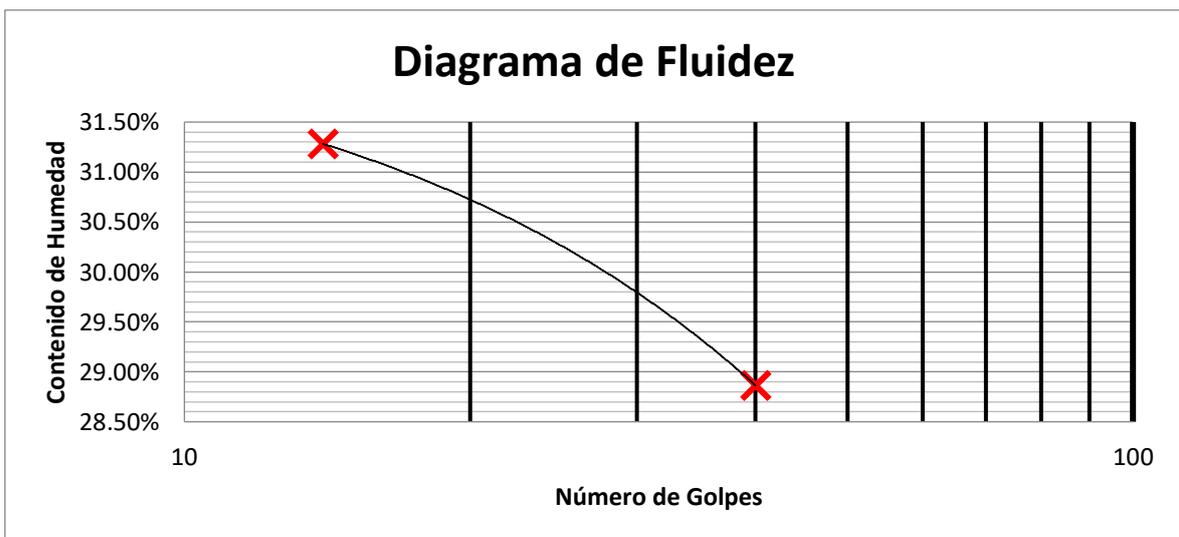


Figura 58: Diagrama de fluidez de la muestra C-01 + 13 % de cenizas de madera.

En la estratigrafía 58 se observa la curva de contenido de humedad optimo en relación al número de golpes de la muestra de suelo C-01 + 13 % de cenizas de madera, se observa que el límite líquido es 55.24% y el límite plástico NP siendo el índice de plasticidad NP, donde se determina suelo no plástico.

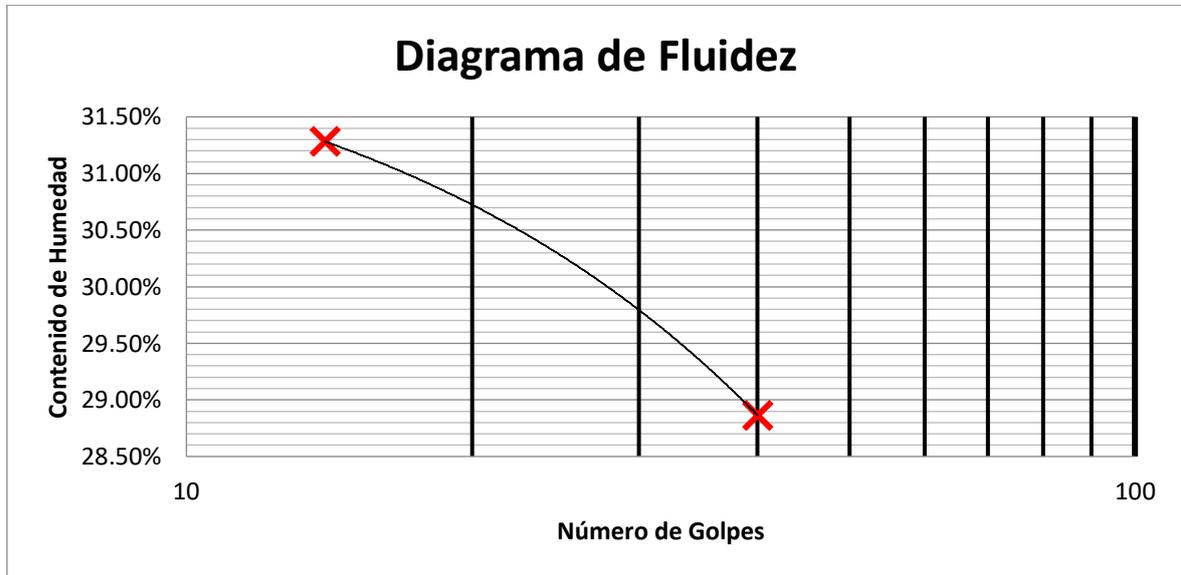


Figura 59: Diagrama de fluidez de la muestra C-01 + 13 % de cenizas de coco. En la estratigrafía 59 se observa la curva de contenido de humedad optimo en relación al número de golpes de la muestra de suelo C-01 + 13 % de cenizas de coco, se observa que el límite líquido es 36.20% y el límite plástico 33.67% siendo el índice de plasticidad 2.53, donde se determina suelo no plástico.

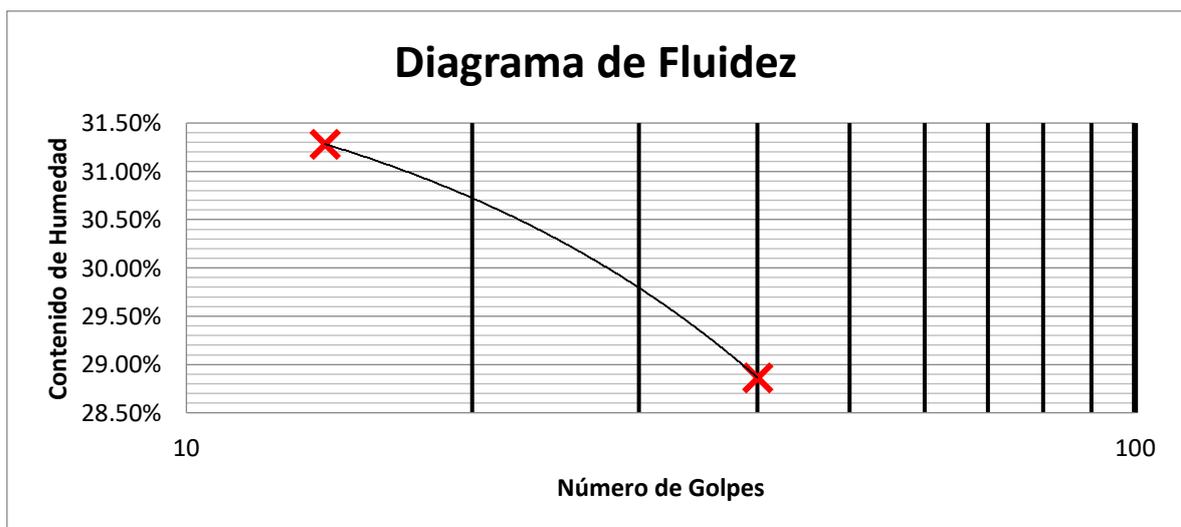


Figura 60: Diagrama de fluidez de la muestra C-01 + 18 % de cenizas de madera.

En la estratigrafía 60 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación al número de golpes de la muestra de suelo C-01 + 18 % de cenizas de madera, se observa que el límite líquido es 58.96% y el límite plástico NP siendo el índice de plasticidad NP, donde se determina suelo no plástico.

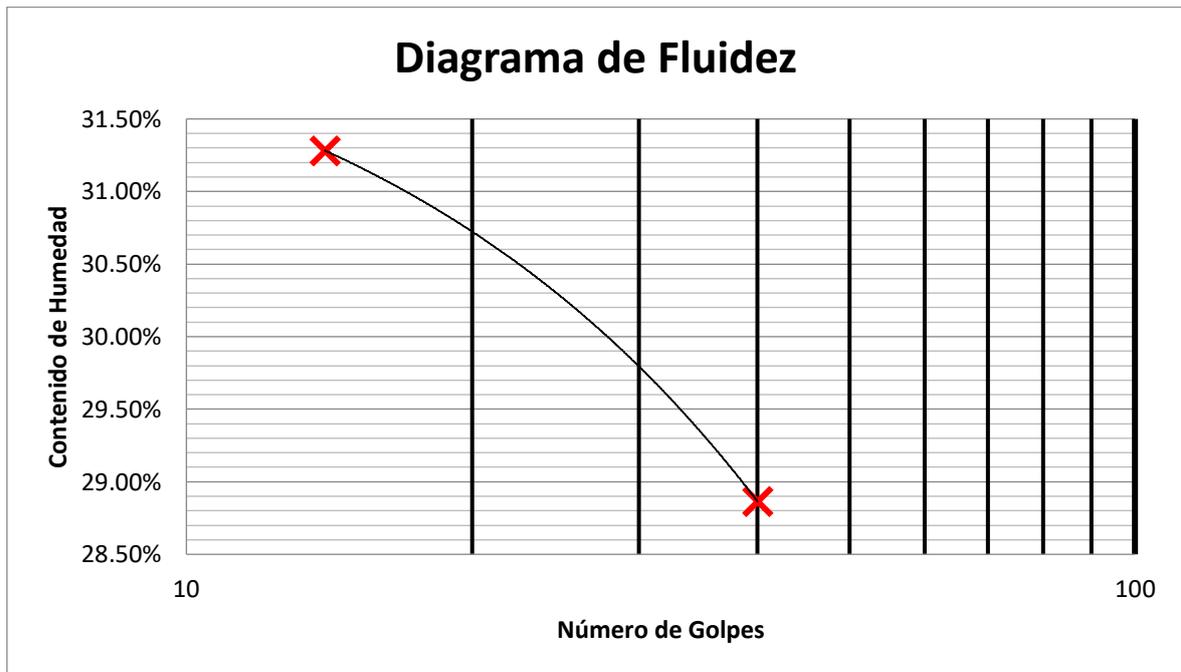


Figura 61: Diagrama de fluidez de la muestra C-01 + 18 % de cenizas de coco.

En la estratigrafía 61 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación al número de golpes de la muestra de suelo C-01 + 18 % de cenizas de coco, se observa que el límite líquido es 27.65% y el límite plástico 24.67% siendo el índice de plasticidad 2.98, donde se determina suelo no plástico.

Tabla 19: Resultado de limite líquido, limite plástico y índice de plasticidad de C-01. al suelo natural y 7%, 13% y 18% de cenizas de madera.

Muestra	Identificación	Limite Liquido (LL-%)	Limite Plástico (LP-%)	Índice de Plasticidad (IP)
C-01	Estado natural	30	27.47	2.53
C-01	7 % de adición de cenizas de madera	45.25	42.62	2.63
C-01	13 % de adición de cenizas de madera	55.24	NP	NP
C -01	18 % de adición de cenizas de madera	58.96	NP	NP

En la tabla 19 se observa los resultados de *limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la muestra C-01. al suelo natural y al adicionar 7%, 13% y 18% de cenizas de madera*, el comportamiento vario favorablemente de acuerdo a las combinaciones en porcentajes de 13% y 18 %, mientras que al 7% no hay mejora en la plasticidad de suelo.

Tabla 20: Resultado de limite líquido, limite plástico y índice de plasticidad de C-01. al suelo natural y 7%, 13% y 18% de cenizas de fibra coco

Muestra	Identificación	Limite Liquido (LL-%)	Limite Plástico (LP-%)	Índice de Plasticidad (IP)
C-01	Estado natural	30	27.47	2.53
C-01	7 % de adición de fibra de coco	31.85	29.49	2.36
C-01	13 % de adición fibra de coco	36.20	33.67	2.53
C -01	18 % de adición de fibra de coco	27.65	24.67	2.98

En la tabla 20 se observa los resultados de *limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de la muestra C-01. al suelo natural y al adicionar 7%, 13% y 18% de cenizas de fibra de coco*, el comportamiento vario favorablemente de acuerdo a las combinaciones en porcentajes de 7% y 13 %, mientras que al 18% no hay mejora en la plasticidad de suelo.

Proctor modificado ASTM D 1557

Para realizar el ensayo de Proctor Modificado se tuvo como referencia emplear el método "A", a través del método mencionado se determinó el contenido de humedad con relación a su densidad seca donde se pudo determinar la curva de compactación, para tener en cuenta como primer paso es importante conocer el peso específico de la muestra C-01 en estado natural, con adición de cenizas de madera y fibra de coco del 7 % 13 % y 18 %, de modo que se pudo conocer objetivamente el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima seca.

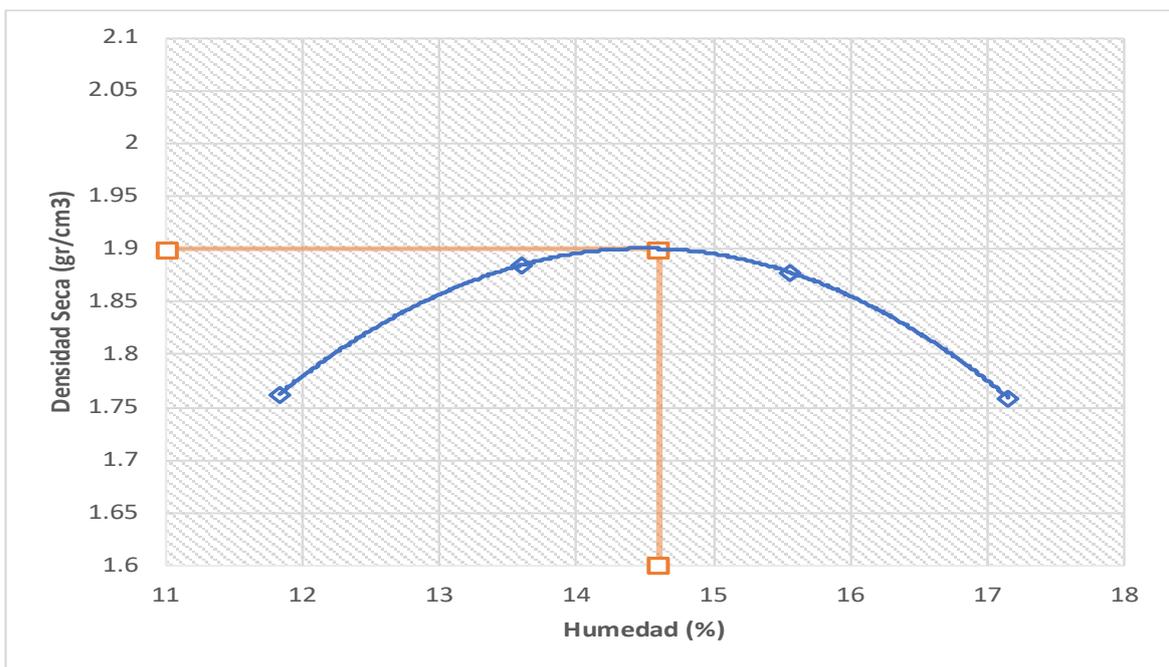


Figura 62: Diagrama relación óptimo contenido de humedad – densidad máxima del suelo natural.

En la estratigrafía 62 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo C-01 en estado natural sin adición de ningún aditivo donde se observa que el contenido de humedad óptimo es de 14.6% y la máxima densidad seca es de 1.900 grs/cm³.

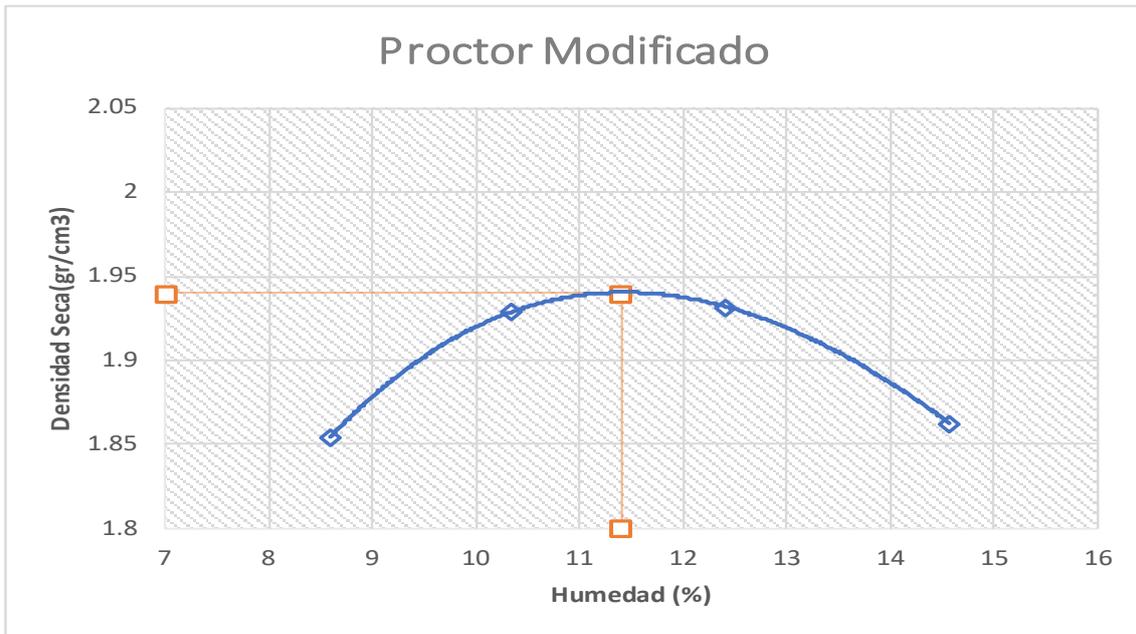


Figura 63: Diagrama relación óptimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 7 % de cenizas de madera.

En la estratigrafía 63 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo C-01 con adición del 7 % de cenizas de madera, donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 11.4% y la máxima densidad seca es de 1.94 grs/cm³.

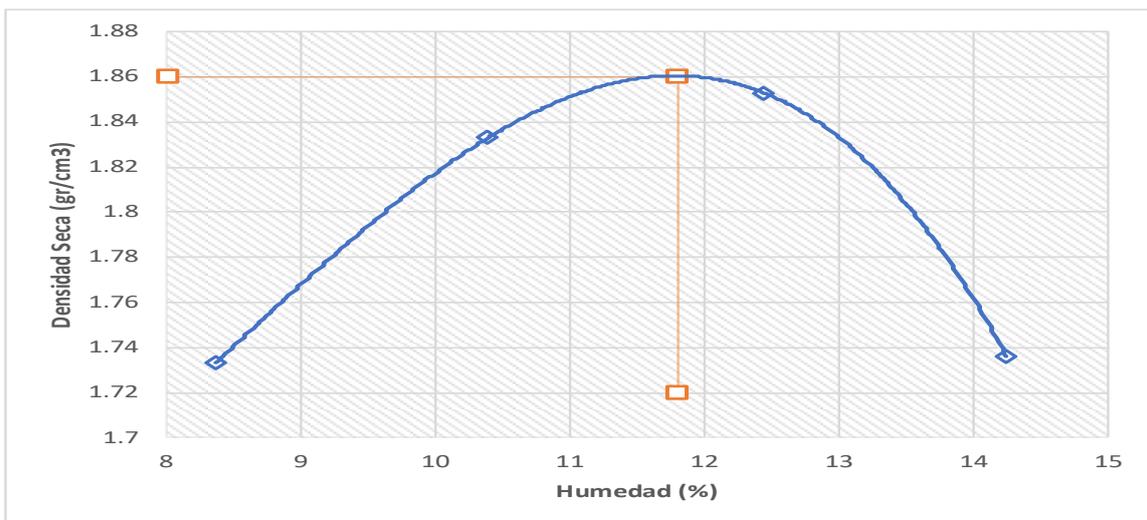


Figura 64: Diagrama relación óptimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 7 % de cenizas de coco.

En la estratigrafía 64 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo C-01 con adición del 7 % de cenizas de fibra de coco, donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 11.8% y la máxima densidad seca es de 1.86 gr/cm³.

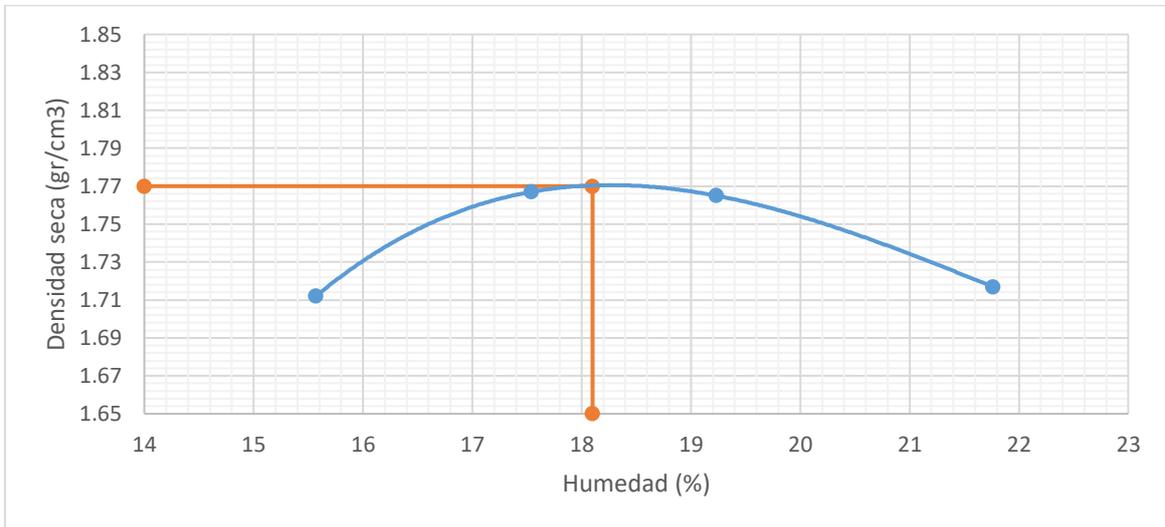


Figura 65: Diagrama relación óptimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 13 % de cenizas de madera.

En la estratigrafía 65 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo C-01 con adición del 13 % de cenizas de madera, donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 18.1% y la máxima densidad seca es de 1.77 gr/cm³.

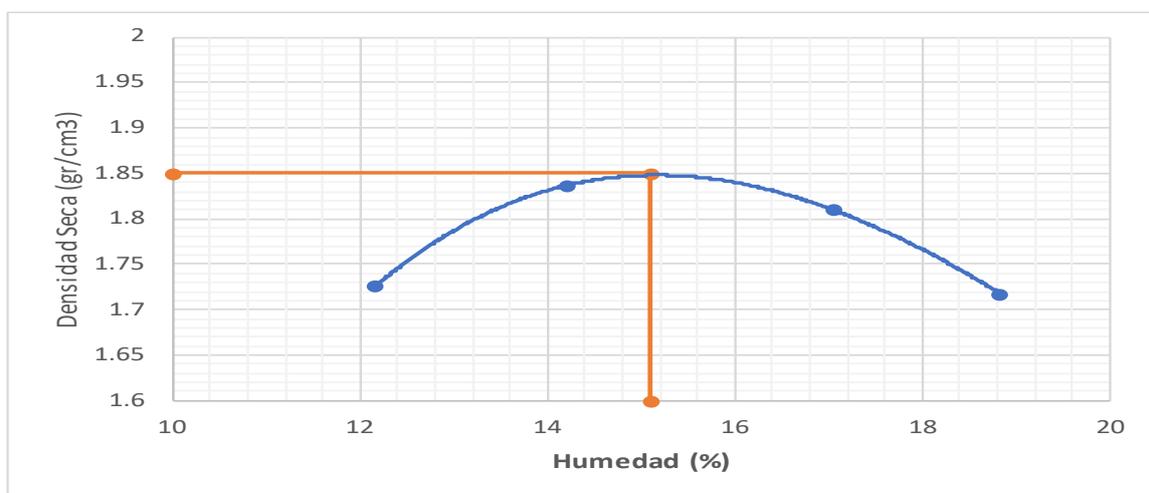


Figura 66: Diagrama relación óptimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 13 % de cenizas de coco.

En la estratigrafía 66 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo C-01 con adición del 13 % de cenizas de coco, donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 15.1% y la máxima densidad seca es de 1.85 gr/cm³.

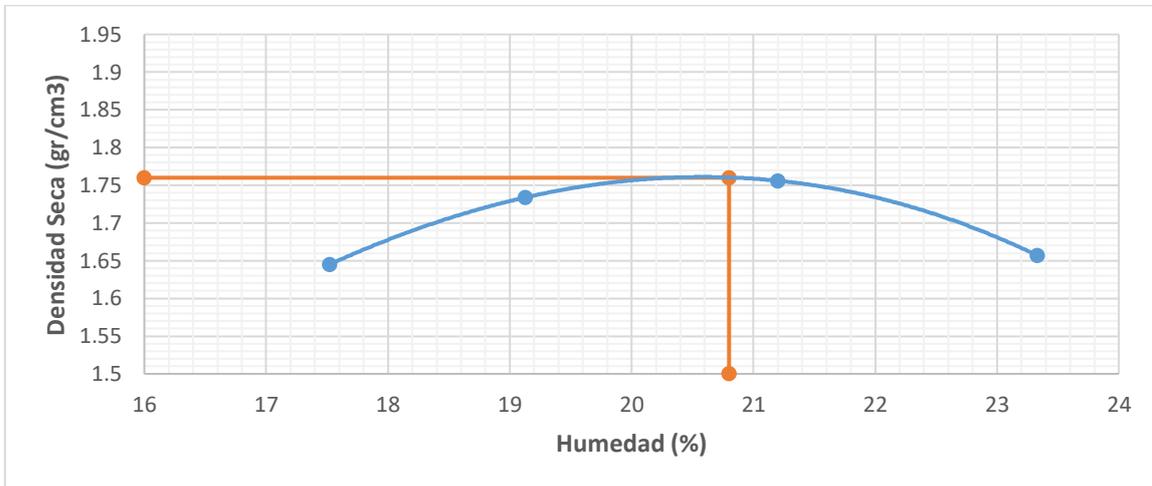


Figura 67: Diagrama relación óptimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 18 % de cenizas de madera.

En la estratigrafía 67 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo C-01 con adición del 18 % de cenizas de madera, donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 20.8% y la máxima densidad seca es de 1.76 gr/cm³.

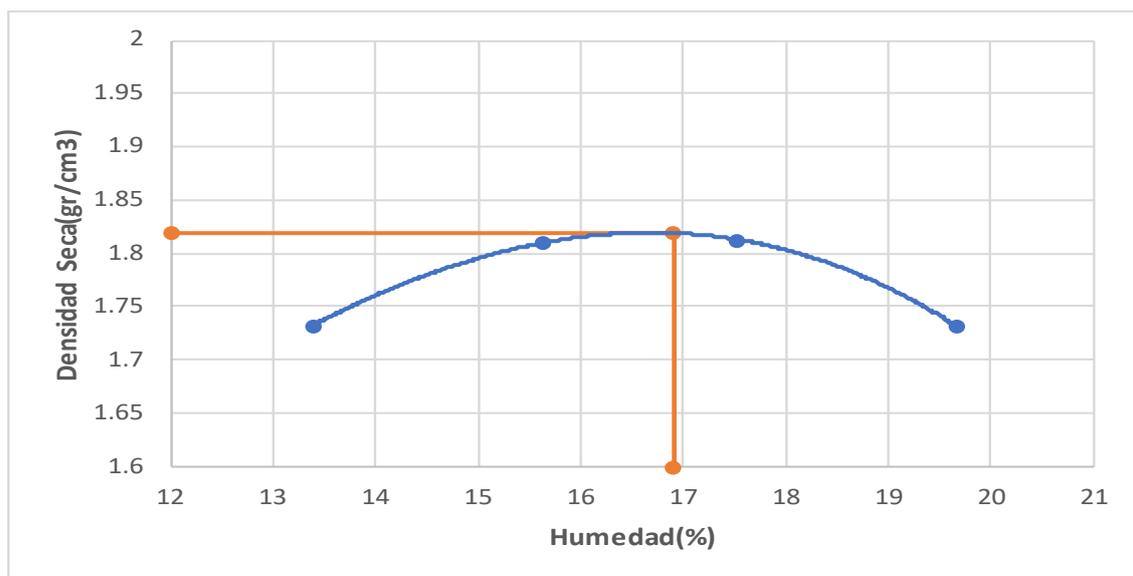


Figura 68: Diagrama relación óptimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra C-01 + 18 % de cenizas de coco.

En la estratigrafía 68 se observa la curva de contenido de humedad optimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo C-01 con adición del 18 % de cenizas de coco, donde se observa que el contenido de humedad optima es de 16.9% y la máxima densidad seca es de 1.82 grs/cm3.

Tabla 21: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-01 + dosificaciones de 7%, 13% y 18% cenizas de madera.

Condición de la muestra	Humedad Optima	Densidad Máxima Seca (grs/cm3)
C - 01 Estado Natural	13.20%	1.838
C-01 + 7 % de adición de cenizas de madera	11.40%	1.94
C-01 + 13 % de adición de cenizas de madera	18.10%	1.77
C-01 + 18 % de adición de cenizas de madera	20.80%	1.76

En la tabla 21 se observa los resultados de compactación con energía modificada - Proctor Modificado los valores que se muestra con respecto al optimo contenido de humedad en relación a la máxima densidad seca de la muestra de suelo C – 01, el comportamiento vario desfavorablemente de acuerdo a las combinaciones de la muestra a la adición de cenizas de madera en porcentajes del 13% y 18%, caso contrario ocurre al adicionar el 7% donde ligeramente hay un incremento mejorando la compactación.

Tabla 22: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra C-01 + dosificaciones de 7%, 13% y 18% cenizas de fibra de coco.

Condición de la muestra	Humedad Optima	Densidad Máxima Seca (grs/cm3)
C - 01 Estado Natural	13.20%	1.838
C-01 + 7 % de adición de fibra de coco	11.80%	1.86
C-01 + 13 % de adición de fibra de coco	15.10%	1.85
C-01 + 18 % de adición de fibra de coco	16.90%	1.82

En la tabla 22 se observa los resultados de compactación con energía modificada - Proctor Modificado los valores que se muestra con respecto al optimo contenido de humedad en relación a la máxima densidad seca de la muestra de suelo C – 01, el comportamiento vario desfavorablemente de acuerdo a la combinación de la muestra a la adición de cenizas de fibra de coco en porcentaje de 13%, mientras se adiciona al 7% y 13% mejora de compactación de suelo.



Fig. 69. Realizando apizonamiento para determinar la compactación o densidad máxima del suelo

California Baring Ratio (CBR) ASTM D 1883

De los ensayos que se realizó a la muestra de suelo C-01 el ensayo de CBR es el más importante, ya que este ensayo quien determina la capacidad portante del suelo para ser empleada como sub rasante en el diseño de carreteras, se realizó el ensayo de CBR a la muestra C-01 en estado natural + dosificaciones de 7%, 13% y 18%, para determinar su capacidad portante patrón de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, con una energía de 27.7 Kg*cm/cm³ (56 golpes), 12.2 Kg*cm/cm³ (25 golpes) y 6.1 Kg*cm/cm³ (12 golpes), para los tres empecines una sobre carga de 4.53 kg tal como se observa en la tabla 23.

Tabla 23: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-01 + dosificaciones de 7%, 13% y 18% de cenizas de madera.

Ensayo de CBR	CBR al 100 % M.D.S. (0.1" Penetración)		CBR al 95 % M.D.S. (0.1" Penetración)	
C - 01 Estado Natural	31.1%		20.0%	
C - 01 + 7 % de adición de cenizas de madera	32.2%		25.0%	
C - 01 + 13 % de adición de cenizas de madera	26.9%		20.5%	
C - 01 + 18 % de adición de cenizas de madera	25.6%		17.0%	

En la tabla 23 se observa los resultados de ensayo de CBR los valores que están en relación a la dimensión de penetración con el porcentaje de CBR, el comportamiento vario desfavorablemente de acuerdo a las combinaciones de la muestra de suelo C-01 con respecto a la adición de cenizas de madera en porcentajes de 13% y 18% mientras al 7% mejora la resistencia del suelo.

Tabla 24: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra C-01 + dosificaciones de 7%, 13% y 18% de fibra de coco.

Ensayo de CBR	CBR al 100 % M.D.S. (0.1" Penetración)		CBR al 95 % M.D.S. (0.1" Penetración)	
C - 01 Estado Natural	31.1%		20.0%	
C - 01 + 7 % de adición de fibra de coco	29.2%		21.0%	
C - 01 + 13 % de adición de fibra de coco	28.8%		20.0%	
C - 01 + 18 % de adición de fibra de coco	26.1%		20.0%	

En la tabla 24 se observa los resultados de ensayo de CBR los valores que se muestra están en relación a la dimensión de penetración con el porcentaje de CBR, el comportamiento vario desfavorablemente de acuerdo a las combinaciones de la muestra de suelo C-01 con respecto a la adición de fibra de coco en porcentajes del 13% y 18% mientras se adiciona al 7% habrá una leve mejora en la resistencia del suelo.

V. DISCUSIÓN

OG. Determinar cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021.

En la investigación de Goñas Labajos Olger (2020), titulado “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada”, el autor busca determinar la estabilización de suelos arcillosos a través de la adición de cenizas de Bagazo de caña, el tesista obtuvo mejoras positivas en la estabilización de la sub base, debido a que combinaron a su muestra con de cenizas de bagazo de caña en dosificaciones del 5%, 10%, y 15%, estos en función a su peso específico del suelo arcilloso.

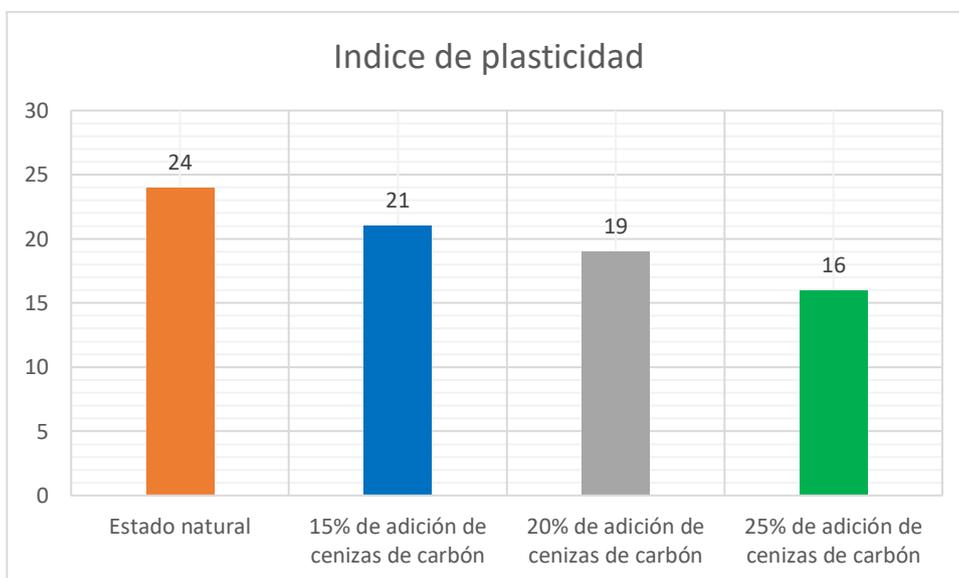
Mientras que en la presente investigación a diferencia del autor se empleó el 7%, 13% y 18% de cenizas de madera y fibra de coco, las cuales como resultado determinaron que las cenizas de madera influyen positivamente pero no en forma considerable en la plasticidad y desfavorable en la compactación y resistencia, respecto a las cenizas de fibra de coco influyen en forma desfavorable en la plasticidad, compactación y resistencia.

En ese sentido comparando resultados a pesar de la diferencia de combinación en la dosificación de porcentajes se define que las cenizas de madera y fibra de coco es un aditivo estabilizador que no influye positivamente en mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso, por tanto, se puede corroborar que la información determinada por Goñas Labajos y la presente investigación no tienen coincidencias.

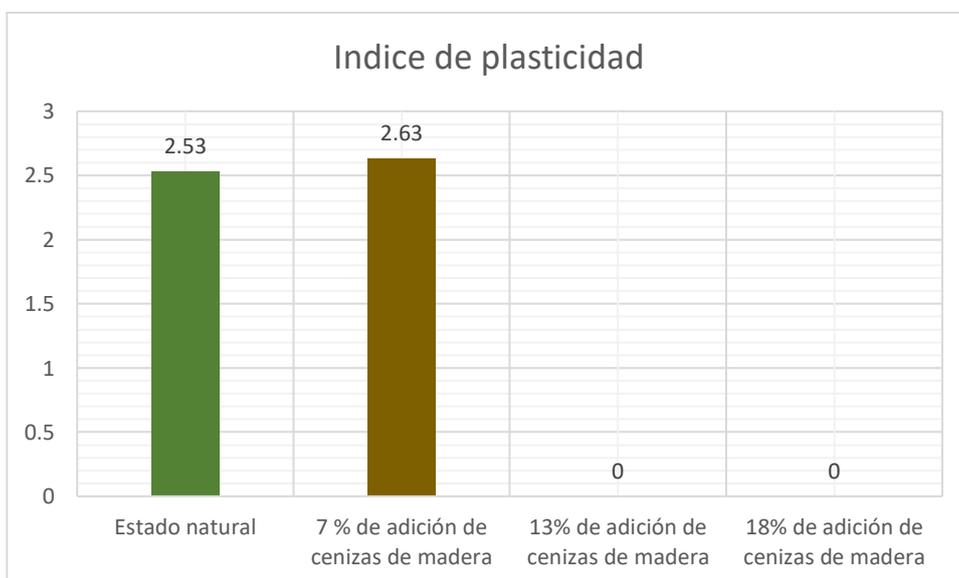
O1. Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la plasticidad de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021

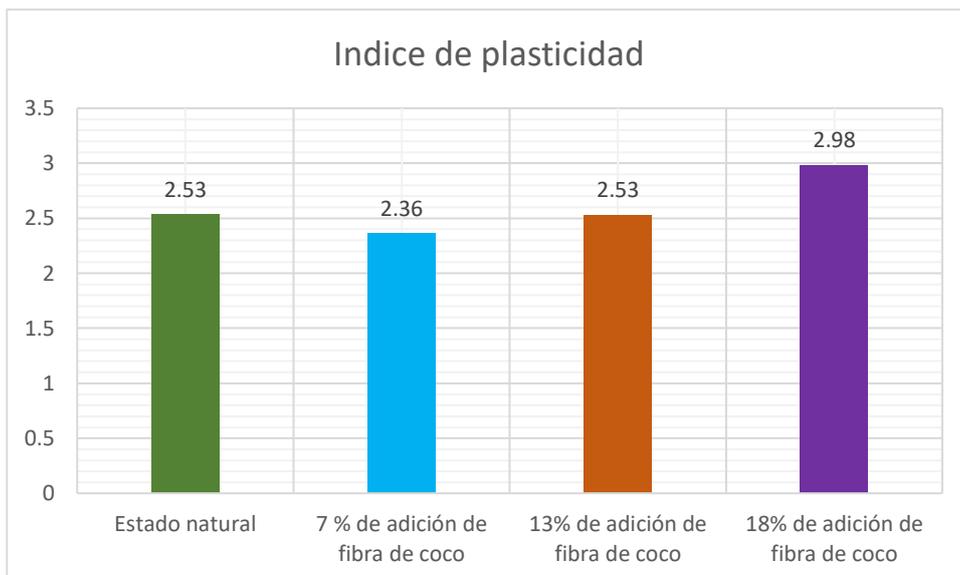
Para la investigación de Goñas Labajos Olger (2019), en su tesis titulada “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada”, el autor corrobora a través de los ensayos físicos la clasificación de su muestra, tal como puede observar en la gráfica, el autor define un valor de 24 de índice de plasticidad para su muestra, la cual indica que es un suelo con alta

plasticidad, se puede inferir que su investigación pudo conocer las características físicas.



Mientras tanto en esta investigación a diferencia de Goñas, se conoció a través de los ensayos de Límites de Atemberg, que al adicionar cenizas de madera y fibra de coco se observan los siguientes resultados.

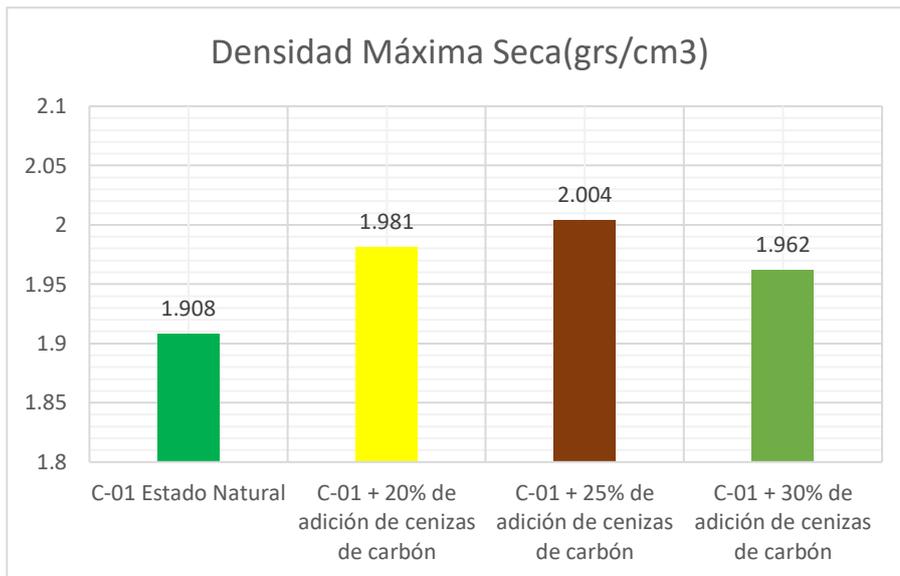




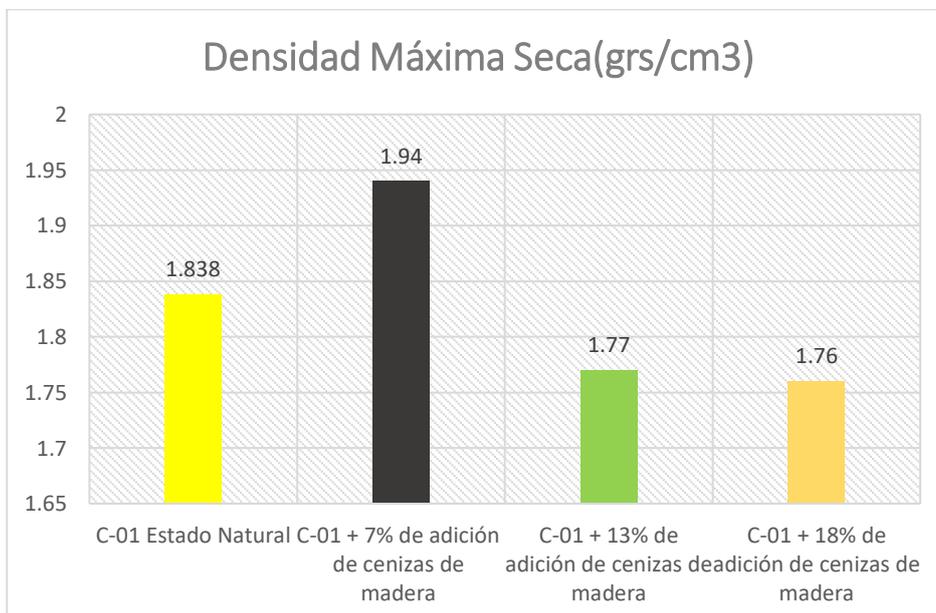
Por tanto, realizando una comparación podemos manifestar que los resultados tienen discrepancias, poseen resultados con valores distintos, mientras que en la investigación de Goñas determina que el límite líquido disminuye en las dosificaciones de 15%, 20% y 25%, siendo favorable para el tipo de suelo, en la presente tesis existe una variación de ascenso y descenso del límite líquido al adicionar cenizas de madera y fibra de coco en dosificación de 7%, 13% y 18%, siendo desfavorable por no mejorar la cantidad de arcilla, en ese sentido se puede afirmar que se pudo determinar las características físicas de la muestra conociendo resultados reales y objetivos tal como se puede observar en los gráficos.

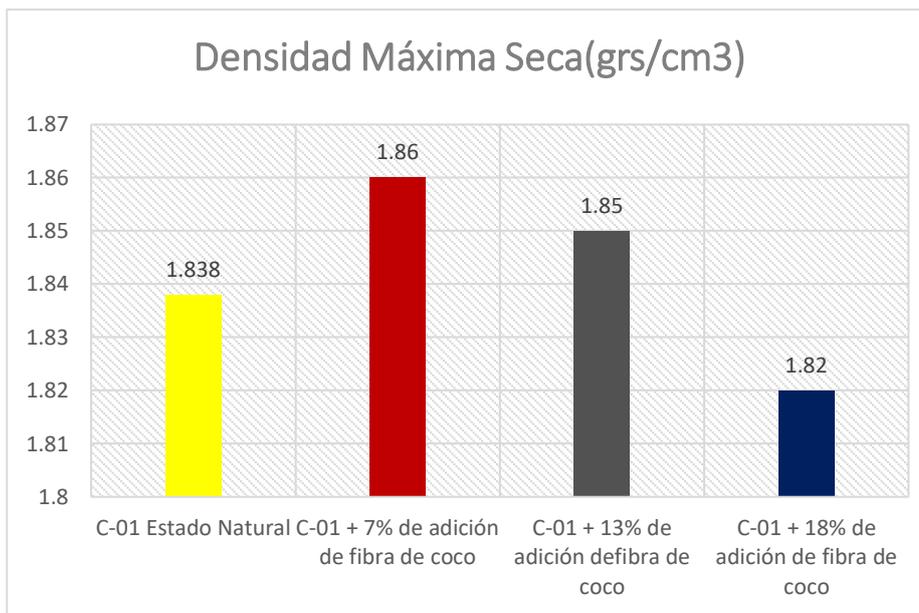
02. Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la compactación de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021

Por otro lado, Medina Arauco (2020), en su tesis titulada Estudio del comportamiento del aserrín y la ceniza de carbón para la estabilización de la subrasante, Carabayllo, Lima 2020, propuso que para el ensayo de Proctor Modificado su muestra en estado natural tuvo que pasar por la malla N°4 para tener un cuarteo uniforme y homogéneo de modo que este no altere el proceso de compactación así obtener resultados óptimos, de acuerdo al siguiente gráfico.



En esta investigación a diferencia de Medina, se conoció a través del ensayo Proctor al adicionar cenizas de madera y fibra de coco se obtienen los siguientes resultados.

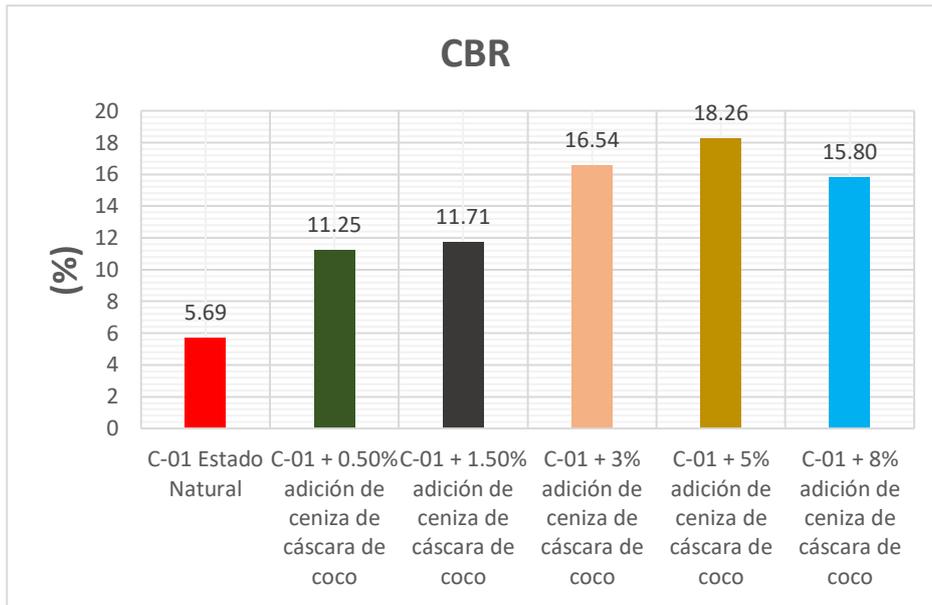




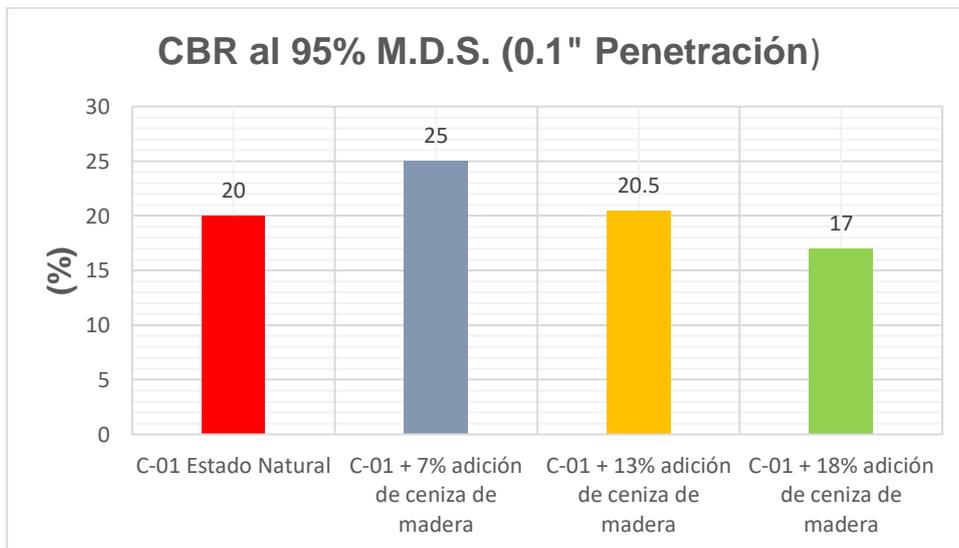
Por tanto, realizando una comparación podemos manifestar que los resultados tienen discrepancias, poseen resultados con valores distintos, mientras que en la investigación de Medina Arauco, determina que la máxima densidad seca incrementa en las dosificaciones de 20%, 25% y 30%, siendo favorable para mejorar la compactación, en la presente tesis existe una variación de ascenso y descenso de la máxima densidad seca al adicionar cenizas de madera y fibra de coco en dosificación de 7%, 13% y 18%, siendo desfavorable por no mejorar la compactación.

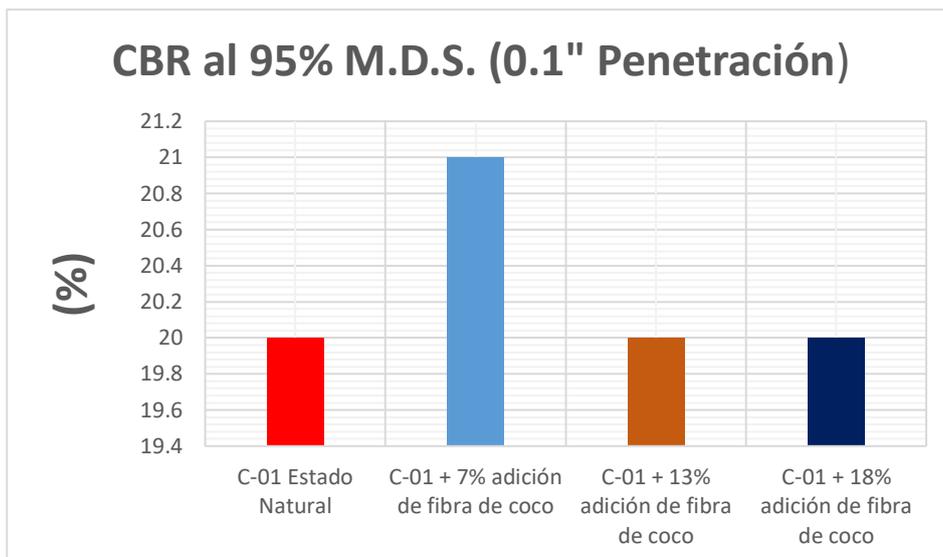
O3. Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la resistencia de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021

En la investigación que realizaron Rimachi y Sánchez (2019), titulada Estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5%, 1.5%, 3%, 5% y 8%, a nivel de subrasante en el sector de Lampanin, distrito de Cáceres del Perú Provincia del Santa, Ancash – 2019. Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de cáscara de coco, definió que la adición de cenizas de caña de azúcar deben ser en mayores porcentajes, de tal manera que el valor CBR del suelo natural incremente positivamente, determinando los siguientes resultados:



En esta investigación a diferencia de Rimachi y Sánchez, se conoció a través del ensayo CBR que al adicionar cenizas de madera y fibra de coco, se obtienen los siguientes resultados.

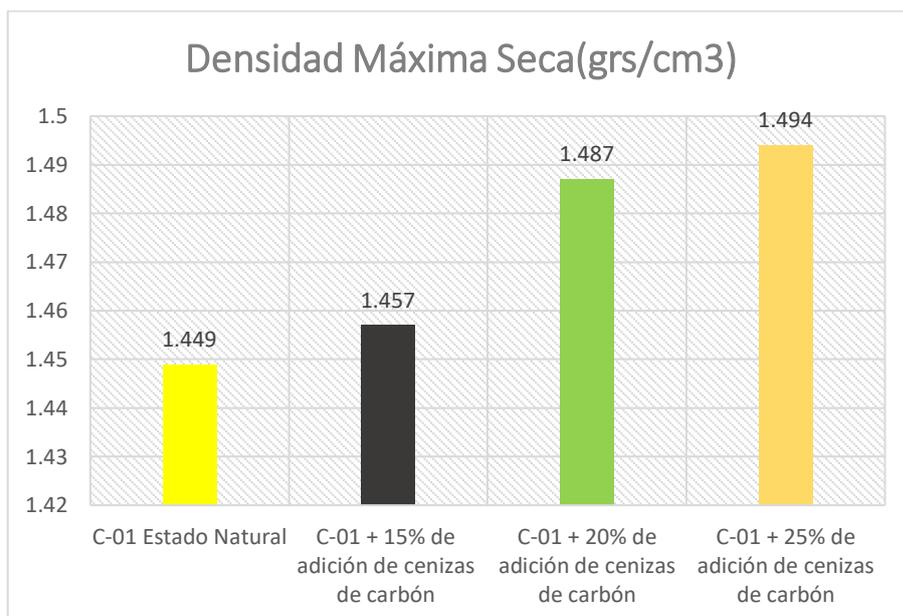
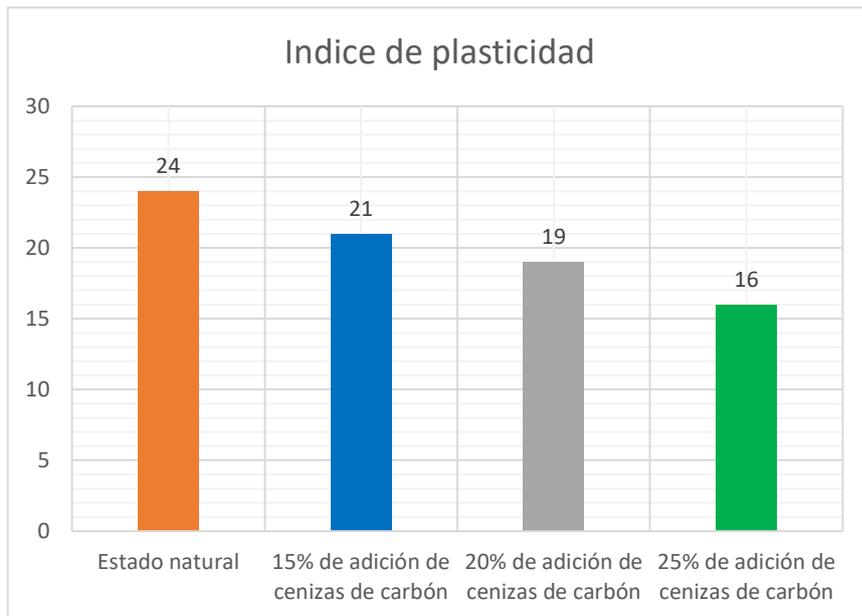


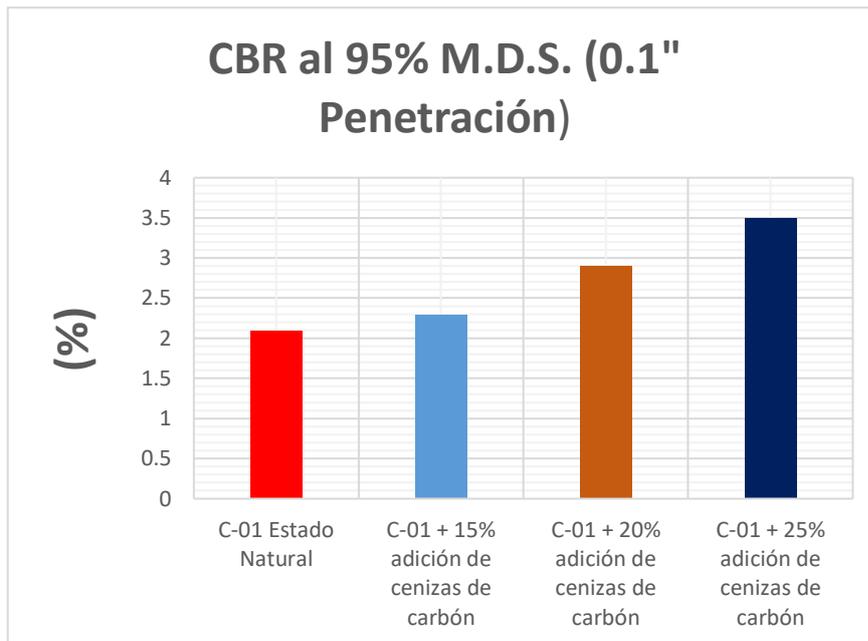


Realizando una comparación podemos manifestar que los resultados tienen discrepancias, poseen resultados con valores distintos, mientras que en la investigación de Rimachi y Sánchez, determina que el CBR incrementa en las dosificaciones de 0.5%, 1.5%, 3%, 5% y 8%, siendo favorable para mejorar la resistencia del suelo de la subrasante, en la presente tesis existe una variación de ascenso y descenso del CBR al adicionar cenizas de madera y fibra de coco en dosificación de 7%, 13% y 18%, siendo desfavorable por no mejorar la resistencia del suelo.

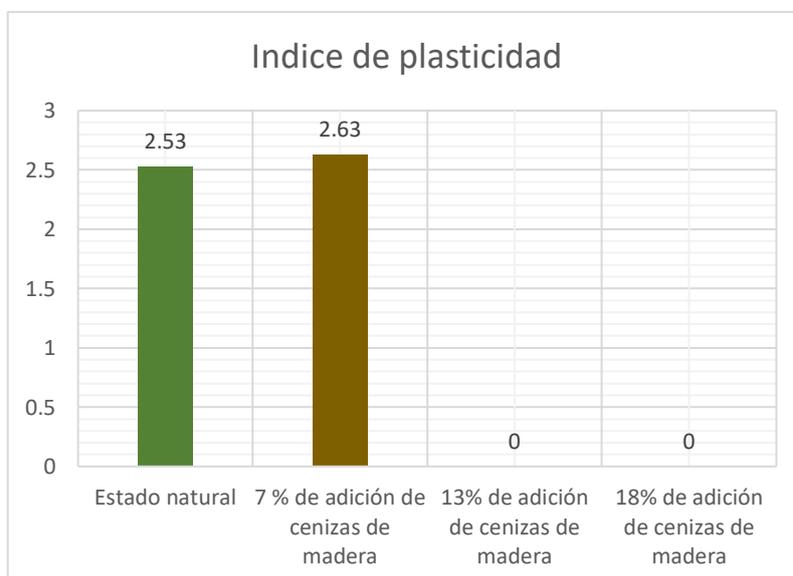
O4. Determinar la influencia de la dosificación de las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021.

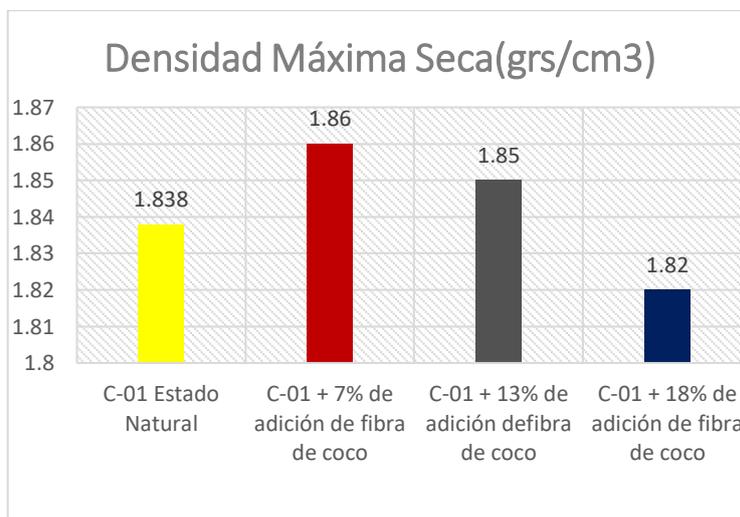
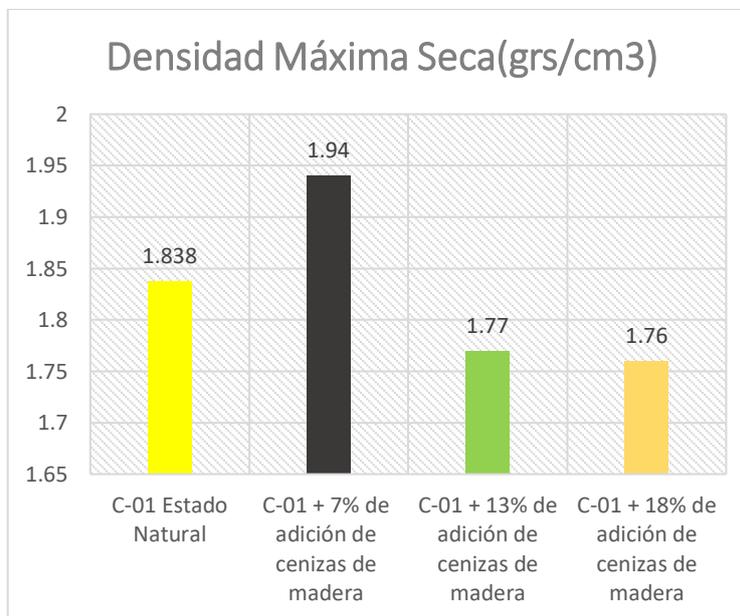
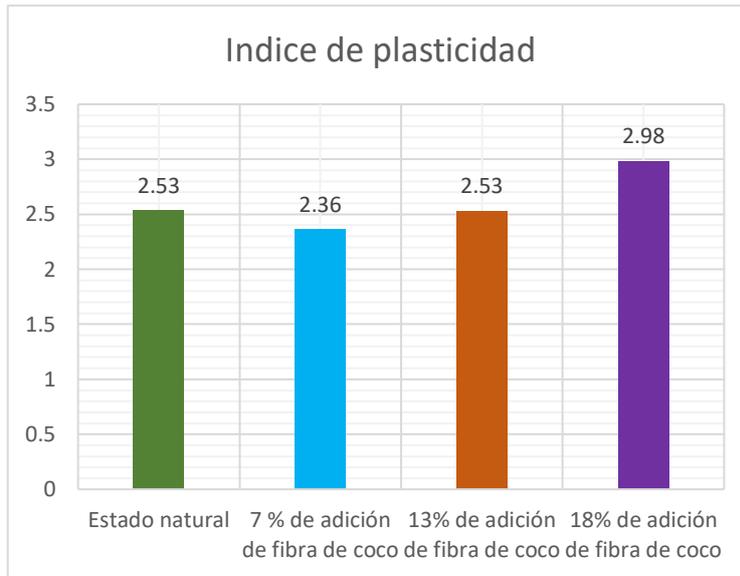
Para la investigación de Goñas Labajos Olger (2019), en su tesis titulada “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada”, el autor corrobora a través de los ensayos físicos que la dosificación óptima es 25% de adición de cenizas de carbón, mejorando la plasticidad, compactación y la resistencia al suelo, tal como puede observar en la gráfica.

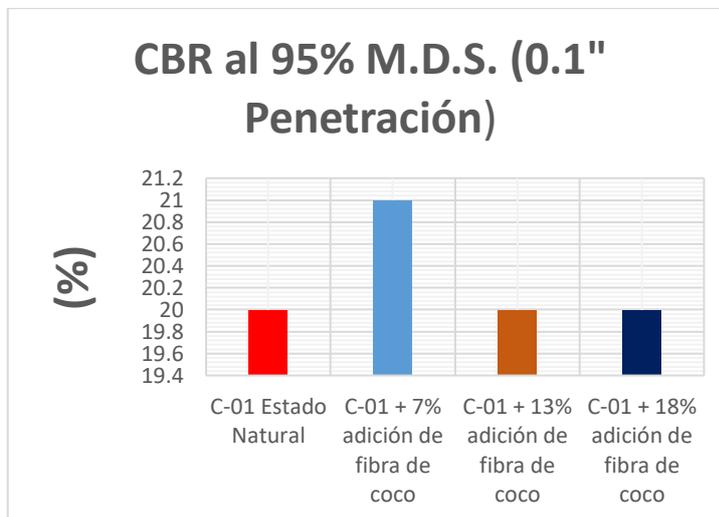
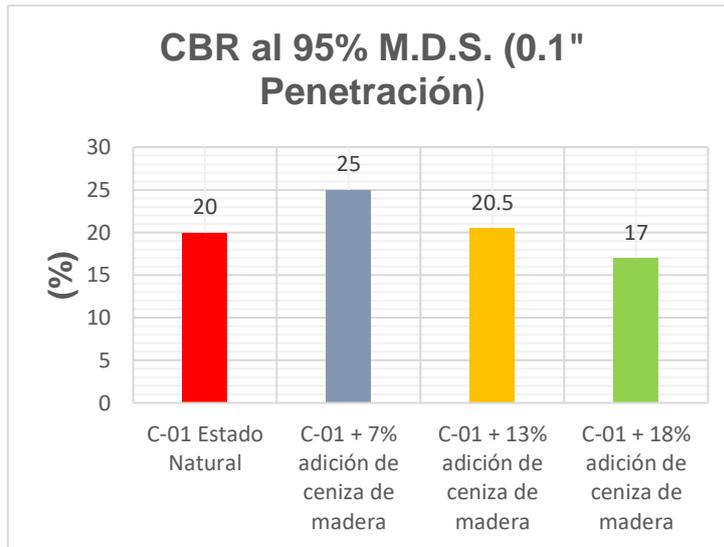




En esta investigación a diferencia de Goñas Labajos Olger, se conoció a través de los ensayos que se presentan al adicionar cenizas de madera y fibra de coco, se observan los siguientes resultados.







Realizando una comparación podemos manifestar que los resultados tienen discrepancias, poseen resultados con valores distintos, mientras que en la investigación de Goñas Labajos, determina que la dosificación óptima es 25% al adicionar cenizas de carbón, mejorando las propiedades mecánicas de la subrasante, en la presente tesis no existe una dosificación óptima, puesto que hay variación de ascenso y descenso en las mismas al adicionar cenizas de madera y fibra de coco en dosificación de 7%, 13% y 18%, siendo desfavorable para el mejoramiento de las propiedades.

VI. CONCLUSIONES

1. El objetivo general no se cumple, debido a que las propiedades mecánicas del suelo, como la plasticidad, compactación y resistencia, no incrementan al adicionar 0%, 7%, 13% y 18% de cenizas de madera y fibra de coco en reemplazo del peso del suelo, no logrando mejorar considerablemente las propiedades antes mencionadas de acuerdo al siguiente detalle:

Respecto a la adición de cenizas de madera: el índice de plasticidad disminuye 100% al adicionar 13% y 18% obteniendo valores de 2.53 a NP y NP respectivamente, mejorando el tipo de suelo a uno no plástico; la máxima densidad seca incrementa en 2.11% al adicionar 7% obteniendo el valor de 1.90 gr/cm³ a 1.94 gr/cm³, mejorando la compactación; el CBR se incrementa en 25% al adicionar 7% obteniendo el valor de 20% a 25%, mejorando la resistencia del suelo.

Respecto a la adición de cenizas de fibra de coco: el índice de plasticidad disminuye 6.72% al adicionar 7% obteniendo el valor de 2.53 a 2.36, mejorando el tipo de suelo a uno poco arcilloso; la máxima densidad seca disminuye en 2.11% , 2.63% y 4.21% al adicionar 7%, 13% y 18%, obteniéndose los valores de 1.86 gr/cm³, 1.85 gr/cm³ 1.82 gr/cm² respectivamente, no mejorando la compactación; el CBR incrementa en 5% al adicionar 7% obteniendo el valor de 20% a 21%, mejorando la resistencia del suelo.

De acuerdo a estos resultados se puede determinar que las cenizas de madera tienen un mejor comportamiento que las cenizas de fibra de coco, a pesar de no tener valores considerables en la mejora de las propiedades del suelo.

2. De acuerdo a los ensayos de límites de Atemberg, se determinó que al adicionar 7%, 13% y 18% de cenizas de madera y fibra de coco en la subrasante, se obtienen los siguientes resultados:

Respecto a la adición de cenizas de madera: los resultados del índice de plasticidad son los siguientes: incrementa en 3.95% al adicionar 7% de cenizas de madera obteniendo el valor de 2.53 a 2.63, no mejorando el tipo de suelo; disminuye en 100% al adicionar 13% y 18% de cenizas de madera obteniendo los valores de 2.53 a NP y NP respectivamente, mejorando el tipo de suelo a uno no plástico.

Respecto a la adición de cenizas de fibra de coco: los resultados del índice de plasticidad son los siguientes: incrementa en 17.79% al adicionar 18% de cenizas de coco obteniendo el valor de 2.53 a 2.98, no mejorando el tipo de suelo; disminuye en 6.72% al adicionar 7% de cenizas de fibra de coco obteniendo el valor de 2.53 a 2.36, mejorando el tipo de suelo a uno no plástico; se mantiene al adicionar 13% de cenizas de coco, manteniendo el mismo tipo de suelo.

De acuerdo a estos resultados respecto a la plasticidad, se puede determinar que las cenizas de madera tienen un mejor comportamiento que las cenizas de fibra de coco, a pesar de no tener valores considerables en la mejora de las propiedades del suelo.

3. De acuerdo a los ensayos Proctor, se determinó que al adicionar 7%, 13% y 18% de cenizas de madera y fibra de coco en la subrasante, se obtienen los siguientes resultados:

Respecto a la adición de cenizas de madera: los resultados de la máxima densidad seca son los siguientes: incrementa en 2.11% al adicionar 7% de cenizas de madera obteniendo el valor de 1.90gr/cm³ a 1.94gr/cm³, mejorando la compactación del suelo de la subrasante; disminuye en 6.84% y 7.37% al adicionar 13% y 18% de cenizas de madera obteniendo los valores de 1.77gr/cm³ y 1.76gr/cm³ respectivamente, no logrando mejorar la compactación del suelo de la subrasante.

Respecto a la adición de cenizas de fibra de coco: los resultados de la máxima densidad seca disminuyen en 2.11%, 2.63% y 4.21% al adicionar 7%, 13% y 18% de cenizas de coco obteniendo los valores de 1.86gr/cm³, 1.85gr/cm³ y 1.82gr/cm³ respectivamente, no mejorando la compactación del suelo.

De acuerdo a estos resultados respecto a la compactación, se puede determinar que las cenizas de madera tienen un mejor comportamiento que las cenizas de fibra de coco, a pesar de no tener valores considerables en la mejora de las propiedades del suelo.

4. De acuerdo a los ensayos CBR, se determinó que al adicionar 7%, 13% y 18% de cenizas de madera y fibra de coco en la subrasante, se obtienen los siguientes resultados:

Respecto a la adición de cenizas de madera: los resultados del ensayo CBR son los siguientes: incrementa en 25% al adicionar 7% de cenizas de madera obteniendo el valor de 20% a 25% de CBR, mejorando la resistencia del suelo de la subrasante; disminuye en 2.50% y 15% al adicionar 13% y 18% de cenizas de madera obteniendo los valores de 20.5% y 17% de CBR respectivamente, no logrando mejorar la resistencia del suelo de la subrasante.

Respecto a la adición de cenizas de fibra de coco: los resultados del ensayo CBR incrementa en 5% al adicionar 7% de cenizas de coco obteniendo el valor de 20% a 21% de CBR, y al adicionar 13% y 18% de cenizas de coco el valor mantiene el valor de la muestra patrón de 20%, no logrando mejorar la resistencia del suelo de la subrasante.

De acuerdo a estos resultados respecto a la resistencia del suelo, se puede determinar que las cenizas de madera tienen un mejor comportamiento que las cenizas de fibra de coco, a pesar de no tener valores considerables en la mejora de las propiedades del suelo.

5. De acuerdo a los ensayos de Límites de Atemberg, Proctor y CBR, se determinó que la dosificación óptima al adicionar 7%, 13% y 18% de cenizas de madera y fibra de coco en la subrasante, es de acuerdo al siguiente detalle

Respecto a la adición de cenizas de madera: la dosificación óptima en la plasticidad es 13% y 18%; en la compactación es 7% y en la resistencia del suelo es 7%.

Respecto a la adición de cenizas de fibra de coco: la dosificación óptima en la plasticidad, compactación y resistencia al suelo es 7%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Es conveniente que se tenga en consideración que la adición de cenizas de madera y cenizas de fibras de coco en el suelo, no se convierte en una opción para la estabilización de suelos en la subrasante en pavimentos.
2. En otros aspectos se debe continuar con investigaciones futuras para proponer alternativas de tratamientos o procedimientos con productos que sustituyan a los químicos en la estabilización del suelo de la subrasante.
3. Realizar investigaciones con otros tipos de fibras naturales, teniendo en consideración la dosificación empleada y otras, a fin de continuar con la línea de propuestas para la estabilización del suelo en la subrasante, disminuyendo la afectación del medio ambiente sin descuidar la calidad del suelo.
4. Es necesario tener consideración el empleo de sustancias que eliminen impurezas a los productos a emplearse en el procedimiento de estabilización del suelo de la subrasante.

REFERENCIAS

Altamirano Navarro, Genaro y Díaz Sandino, Axel. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. Tesis (título profesional de ingeniera civil). Managua- Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, facultad de ingeniería civil, 2015, 89pp.

Binti Hussin, Nur. Subgrade Stabilization By Using Fly Ashes, Case Study in University Malaysia Pailang. Thesis (professional civil engineering degree). Malasia: University Malaysia Pahang, civil engineering faculty, 2015, 39pp.

Calle Lactahuamaní, Solanchs Y Arce Huahuachampi, Moisés. Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco-Arequipa para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional. Tesis (título profesional de ingeniera civil). Arequipa: universidad nacional de san Agustín de Arequipa, facultad de ingeniería, 2018, 157pp.

Caamaño Murillo, Iván. Mejoramiento De Un Suelo Blando De Subrasante Mediante La Adición De Cascarrilla De Arroz Y Su Efecto En El Módulo Resiliente. Tesis (título profesional de ingeniera civil). Bogotá Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, facultad de ingeniería civil, 2016, 25pp.

Cuadros Molina, Javier. Aplicaciones de la granulometría en el ámbito del pavimento. [en línea]. 2017, vol.27, n.2, pp.47-. <http://dw.dei.org/11.18349/rcin.2743>.
ISSN 0124-8170.

Chirinos Flores, Carlos Estabilización química de suelos expansivos de San José de Cúcuta (Colombia) usando cenizas volantes. Respuestas [en línea]. 2016, N° 2 [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2016]. Disponible en <http://revistas.ufps.edu.co/>
ISSN: 2422-505

Departamento de ingeniería geotecnia. Metodología de la investigación del CBR. 5.
ª ed. México: The McGraw-Hill, 2018.88pp.

ISBN: 9786071502919

Escudero siosi, alex Y Aristizábal Restrepo, juan, Santiago. Metodología De La Mecánica De Fibras De Coco Como Refuerzo De Materiales. Lima: San Marcos, 2017. 20 pp.

ISBN: 9786123028787

Gavilanes Bayas, Erick. Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Tesis (título profesional de ingeniera civil). Quito-ecuador: universidad internacional del ecuador, facultad de ingeniería civil, 2015, 115pp.

Gallardo, Romel [et al]. Análisis Del Comportamiento De Suelos De Alta Plasticidad Con La Adición Del Material De Residuo En La Fabricación De Ladrillo Cerámico. Colombia. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada de la universidad católica de Colombia. 2016. 35pp.

ISSN: 1692-7257

Guamán Iler, Israel. Estudio Del Comportamiento De Un Suelo Arcilloso Estabilizado Por Dos Métodos Químicos (Cal Y Cloruro De Sodio). Tesis (título profesional de ingeniera civil). Ambato – Ecuador: universidad técnica de Ambato, facultad de ingeniería civil, 2016, 108pp.

Hailu Degefa, Helen. Cost and time effect of using sub grade anss chemical stabilizer in road construction (a case study of Addis Ababa city, road construction on expansive soil). Thesis (Master of Science in Geotechnical Engineering). Addis Abeba-Etiopia: University Addis Ababa, 2016, 77pp.

Higuera Sandoval, Carlos, Subgrade resistance's characterization, using the impact Deflectometer's information. Bogotá: facultad de ingeniería. [en línea].2010, vol.19, n.28, pp73.[http://Dialnet-CharacterizacionDeLaResistenciaDeLaSubrasanteConLal-3856618%20\(2\).pdf](http://Dialnet-CharacterizacionDeLaResistenciaDeLaSubrasanteConLal-3856618%20(2).pdf)

ISSN: 0121-1129

Lozano Bocanegra, Eugenio, Ruiz Ramos, José Miguel y Alfonso Pérez, Juan Carlos. Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia. [enlínea]. 2015, <http://hdl.handle.net/10983/2977>
ISSN 0125-8252.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MTC: Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para la construcción. Lima, 2013. 1282 pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú).NP, R.D. N°10-MTC/14: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos-Sección suelos y pavimentos. Lima, 2014. 302 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). D.S. N° 034-2008-MTC: Manual de Ensayo de Materiales. Lima, 2016. 1268 pp.

Montero Rosales, Bernardo. AASHTO pavimentos en la via locales como desarrollo en la vida urbana,2014.67pp.
ISBN:1560510552

Novoa corrales, Luis, Metodología de la investigación científica de la fibra de coco. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L., 2011. 27-28 pp.
ISBN: 978-9972-38-304-5

Pariona de la cruz, lucas. Fundamentos de la mecánica de suelos. México: Limusa, 2005. 644 pp.
ISBN: 9681800699

Pérez Collantes, roció. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos. Tesis

(maestría profesional de ingeniería geotécnica). Lima: universidad nacional de ingeniería, facultad de geotécnica, 2016, 80pp.

PELAEZ, Gabriel; VELASQUEZ, Sandra y GIRALDO, Diego. Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. [en línea]. 2017, vol.27, n.2, pp.27-50. <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2143>.

ISSN 01235-6600.

Quezada Del Mar, María. Pavimentos Materiales, diseño y ecología en la construcción en vías. Bogotá. Editorial veracruz, 2017. 99 pp.

ISBN: 99805477217290

Ruano, Raúl. Metodología de la Investigación: Elaboración de diseños para contrastar hipótesis. 2.a ed. Lima: San Marcos, 2012. 155 pp.

ISSN: 9786123155193

Rasul, Jabar. Investigating The Use Of Stabilized Subgrade Soils For Road Pavements In Kurdistan. Thesis (Doctor Of Philosophy). Birmingham- Inglaterra: The University of Birmingham, 2016, 176pp.

Ramos Hinojosa, Gabriel. Mejoramiento De Subrasantes De Baja Capacidad Portante Mediante El Uso De Polímeros Reciclados En Carreteras, Paucará Huancavelica 2014. Tesis (título profesional de ingeniería civil). Huancayo: universidad nacional del centro del Perú-Huancayo, facultad de ingeniería civil, 2015, 143pp.

Revista ARQHYS. 2012, 12. Cimientos sobre arcillas expansivas. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Obtenido 10, 2019, de <https://www.arqhys.com/construccion/cimientos-arcillas.html>.

Rosales medina, pedro. Fundamentos de ingeniería geotécnica. México: Thomson International, 2009. 49 pp.

ISBN: 9706860614

Sánchez Alban, María. Pavimentos Materiales, construcción y diseño. Colombia. Editorial Ecoe, 2014. 253 pp.
ISBN: 9789587711769

Terrones cruz, Andrea. Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Bagazo de Caña Para el Mejoramiento de Subrasante en el Sector Barraza, Trujillo, 2018. Tesis (título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad privada del norte, facultad de ingeniería civil, 2018, 75pp

Ugaz Martines, Lucia. Fundamentos del pavimento para el desarrollo de la ingeniería. México: Thomson International, 2006. 51 pp.
ISBN: 9809800411

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: " ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE: MADERA Y FIBRA DE COCO EN LA AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES, HUANCAMELICA 2021"

AUTORES: CAMACLLANQUI CCOILLAR GINO JOSE/ RIVERA CERVANTES JHONATAN STIVEN

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
<p>Problema General:</p> <p>¿ Cómo influye la incorporación de cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la Subrasante, en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la subrasante en la Av. Andres Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Las cenizas de madera y fibra de coco influyen en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p>	Variable Independiente: Cenizas de madera y fibra de coco		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
			Dosificación	8.00% de sustitución del peso para la ceniza de madera y fibra de coco	Balanza de medición
				13.00% de sustitución del peso para la ceniza de madera y fibra de coco	
17.00% de sustitución del peso para la ceniza de madera y fibra de coco					
<p>¿ Cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en la plasticidad de la Subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres Huancavelica 2021?</p> <p>¿ Cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en la compactación de la Subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres Huancavelica 2021?</p> <p>¿ Cómo influye las cenizas de madera y fibra de coco en la resistencia de la Subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres Huancavelica 2021?</p> <p>¿ Cómo influye la dosificación de las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la Subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres Huancavelica 2021?</p>	<p>Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la plasticidad de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p> <p>Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la compactación de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p> <p>Determinar la influencia de las cenizas de madera y fibra de coco en la resistencia de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p> <p>Determinar la influencia de la dosificación de las cenizas de madera y fibra de coco en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p>	<p>Las cenizas de madera y fibra de coco influyen en la plasticidad de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p> <p>Las cenizas de madera y fibra de coco influyen en la compactación de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p> <p>Las cenizas de madera y fibra de coco influyen en la resistencia de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p> <p>Las dosificación de cenizas de madera y fibra de coco influyen en las propiedades de la subrasante en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica 2021</p>	Variable Dependiente: Subrasante		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
			Plasticidad	Límite Líquido Límite Plástico Índice de Plasticidad	Ficha de registros de datos del ensayo de consistencia de plasticidad
			Compactación	Clasificación de Suelo	Ficha de registros de datos del ensayo de proctor modificado
Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca					
Resistencia	Capacidad portante de la Subrasante	Ficha de registros de datos del ensayo de resistencia			

ANEXO 2 : MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

TITULO:" ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CENIZAS DE: MADERA Y FIBRA DE COCO EN LA Av. ANDRÉS AVELINO CÁCERES,HUANCAVELICA 2021"

AUTORES: CAMACLLANQUI CCOILLAR GINO JOSE/ RIVERA CERVANTES JHONATAN STIVEN

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
VARIABLE INDEPENDIENTE CENIZAS DE MADERA Y FIBRA DE COCO	Las cenizas de madera(carbón) son residuos de la combustión de carbón pulverizado en centrales térmicas, esta combustión se subdivide en cenizas de fondo, cenizas de volantes(definidas así por la norma ASTM) y combinados (Petermann y Saeed, 2012). Las cenizas de fibra de coco se trata de una fibra compuesta de celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua. (Quiñonez, 2001, p(8)	La ceniza de madera es el producto de la combustión de un material compuesto por sustancias orgánicas no combustibles. Puede ser expulsada al aire como parte del humo. Para definir el porcentaje eficiente de la cenizas de fibra de coco se realizará el molido de este para su aplicación en los ensayos	Dosificación	8.00% de sustitución del peso para la ceniza de madera y fibra de coco	De Razón	Método: Científico
				13.00% de sustitución del peso para la ceniza de madera y fibra de coco		Tipo de Investigación: Aplicada
				17.00% de sustitución del peso para la ceniza de madera y fibra de coco		Enfoque: Cuantitativa
VARIABLE DEPENDIENTE SUBRASANTE	Según el MTC la subrasante es la capa superior del terrapién o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito (2013 p.23)	La variable dependiente tiene 3 dimensiones y 6 indicadores los cuales tiene un instrumento con la que serán medidos	Plasticidad	Limite Líquido	De Razón	Nivel: Explicativa Causal Corelacional
				Límite Plástico		Diseño: Experimental
				Índice de plasticidad		Población: Es infinita en cuanto se trate de cantidades de concreto
			Compactación	Clasificación de Suelos		Muestra: 28 especímenes
				Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca		Muestreo: Muestro No Probabilístico Intencional
			Resistencia	Capacidad Portante del Suelo		Técnica: Observación directa
						Instrumento de Investigación Recopilación de datos

ANEXO 3: CUADRO DE PORCENTAJE DE DOSIFICACIÓN Y RESULTADOS

Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de: madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica-2021

AUTORES: Camacllanqui Ccoillar, Gino Josué / Rivera Cervantes, Jhonatan Stiven

AUTOR	TITULO	Año	Porcentajes (%)	Indice de Plasticidad (IP = %)	Óptima Contenido de Humedad (OCH = %)	Máxima Densidad Seca (MDS = gr/cm3)	California Bearing Ratio (CBR= %)
Cañar Tiviano Santiago (Ecuador)	Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbon .	2017	Suelo CH	0.00	26.60	1.30	9.30
			CC 20%	0.00	29.10	1.31	10.20
			CC 23%	0.00	29.60	1.32	10.20
			CC 25%	19.87	30.40	1.32	11.20
Cobos Molina Mario Alejandro Ortegon Ramirez Carol Tatiana Peralta Zarrate Juan Camilo (Colombia)	Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café	2019	Suelo SM	0.00	39.27	1.07	76.67
			CCO 5%	0.00	38.14	1.03	70.22
			CCO 10%	0.00	51.17	0.99	85.32
			CCO 15%	35.58	42.10	0.99	101.55
Clavería Vásquez Pía Andrea Triana Mendoza Daniel Fernando Varón Ospina Yenny Alejandra (Colombia)	Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con cenizas de arroz y bagazo de caña como material para subrasante	2018	Suelo SM	35.58	39.27	1.15	76.67
			CBCA 5%	0.00	38.69	1.11	62.28
			CBCA 10%	0.00	54.00	0.98	83.00
			CBCA 15%	0.00	47.61	0.96	99.13
Goñas Labajos Olger	Estabilización de suelos con cenizas de carbon para uso como subrasante mejorada	2019	Suelo CH	24.00	18.20	1.449	2.10
			CC 15%	21.00	19.10	1.457	2.30
			CC 20%	19.00	21.50	1.487	2.90
			CC 25%	16.00	24.70	1.494	3.50
Medina Arauco, Gabriela Rosa	Estudio del comportamiento del aserrín y la ceniza de carbón para la estabilización de la sub rasante, Carabaylo, Lima 2019	2020	Suelo SC	10.00	9.10	1.908	18.10
			CC 20%	0.00	10.20	1.981	24.10
			CC 25%	0.00	12.80	2.004	26.60
			CC 30%	0.00	14.00	1.962	29.20
Rimachi Pariona Ivan Sánchez Ruíz Robert Francisco	Estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5%, 1.5%, 3%, 5% y 8%, a nivel de subrasante en el sector de Lampanin Distrito de Cáceres del Perú Provincia del Santa, Ancash – 2019	2019	Suelo A-2-4(0)	10.00	5.30	1.56	5.69
			CCC 0.50%	0.00	9.10	1.78	11.25
			CCC 1.50%	0.00	9.40	1.86	11.71
			CCC 3.00%	0.00	6.70	1.95	16.54
			CCC 5.00%	0.00	9.10	1.78	18.26
			CCC 8.00%	0.00	8.50	1.88	15.80

Anexo 4: Informe de opinión sobre instrumento de investigación científica

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : ROLANDO JUAN MAQUERA ARENAS
 Institución donde labora : DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DE HUANCAMELICA
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor (s) del Instrumento (s) : Gino J. Camaclanqui Ccollar y Jhonatan S. Rivera Cervantes

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: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO 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: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es aplicable para determinar la resistencia del material usado en la Subrasanta.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50



Huancavelica, 04 de mayo de 2021

Anexo 4: Informe de opinión sobre instrumento de investigación científica

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : MIGUEL GONZALES REQUENA
 Institución donde labora : DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DE HUANCAMELICA
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor (s) del Instrumento (s) : Gino J. Camaclanqui Coillar y Jhonatan S. Rivera Cervantes

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: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO 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: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
FERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es aplicable para determinar la resistencia del material usado en la Subrasanta.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Huancavelica, 04 de mayo de 2021



Miguel Ángel Requena
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 108299

Anexo 4: Informe de opinión sobre instrumento de investigación científica

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : DIÓGENES PARI PÉREZ
 Institución donde labora : DECANO DEL COLEGIO DE INGENIEROS-CD- HUANCAVELICA.
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor (s) del instrumento (s) : Gino J. Camacilianqui Ccoillar y Jhonatan S. Rivera Cervantes

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: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO 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: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CENIZA DE MADERA Y FIBRA DE COCO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es aplicable para determinar la resistencia del material usado en la Subrasante.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Huancavelica, 04 de mayo de 2021



Anexo 5: ENSAYOS DE PLASTICIDAD, COMPACTACIÓN Y CBR

LABORATORIO CONSULTORIA TECNICA
VIAH BDC 10012159368

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

ASTM D1883

OBRA: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE : ANDRÉS AVELINO CACERES

SOLICITA: Gino Josue Camadlanqui Ccoilar y Jhontan Steven Rivera Cervantes

UBICACIÓN: Terreno Natural

PROCEDENTE: Calle: Andrés Avelino Caceres

PROGRESIVA: Km 03+190

ESTADO: S.C.

FECHA : 23/03/2021

CALICATA : C - 1

MUESTRA : M - 1

CANTERA : C - 1

HECHO POR : Tac

LADO : Derecha

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO METODO "C"

COMPACTACION

Molde Nº	Nº 2			
	1	2	3	4
Prueba Nº	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5313	5575	4734	5509
Peso del molde (gr)	5125.8	5125.8	5125.8	5125.8
Peso suelo compacto (gr)	4586.8	4850.8	4813.8	4573.8
Volumen del molde (cm ³)	2127.8	2127.8	2127.8	2127.8
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.979	2.341	2.379	2.661
Densidad seca (gr/cm ³)	1.762	1.985	1.879	1.750

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1	2	3	4
	5	11	7	19
Tara + Suelo húmedo (gr)	256.0	210.0	216.0	219.0
Tara + Suelo seco (gr)	199.0	188.0	195.0	193.0
Peso del agua (gr)	56.0	22.0	21.0	26.0
Peso del suelo (gr)	35.7	26.2	30.5	20.8
Peso 60/75 (gr)	122.3	161.8	154.3	169.2
Contenido de humedad (%)	17.87	13.81	18.98	17.18
Densidad seca (gr/cm ³)	1.762	1.888	1.879	1.750

COMPACTACION CBR

COMPACTACION

Prueba Nº	1	2	3
	6	5	5
Nº de capas	5	5	5
Nº de golpes por capa	95	25	92
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11255.0	9123.0	11213.0
Peso del molde (gr)	7195.0	7029	7200.0
Peso suelo compacto (gr)	4840.0	4413.8	4550.0
Volumen del molde (cm ³)	2228.0	2228.0	2228.0
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.176	2.079	2.075
Densidad seca (gr/cm ³)	1.902	1.813	1.727

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1	2	3
	19	17	16
Tara + Suelo húmedo (gr)	208.00	181.00	193.00
Tara + Suelo seco (gr)	180.00	173.00	173.00
Peso del agua (gr)	28.00	21.00	21.00
Peso del suelo (gr)	26.00	20.00	20.00
Peso 60/75 (gr)	183.00	158.00	148.00
Contenido de humedad (%)	14.84	14.58	14.37
Densidad seca (gr/cm ³)	1.902	1.813	1.727

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayo Proctor Modificado Metodo C

Máxima Densidad Seca; (gr/cm ³)	1.90	%
Óptimo Contenido de Humedad: (%)	14.6	%

Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. :	31.1	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. :	20.0	%
Expansión (%)	No presenta	

[Firma]
Especialista en SUELOS
HERRAMIENTAS Y ASFALTO
CONSULTOR



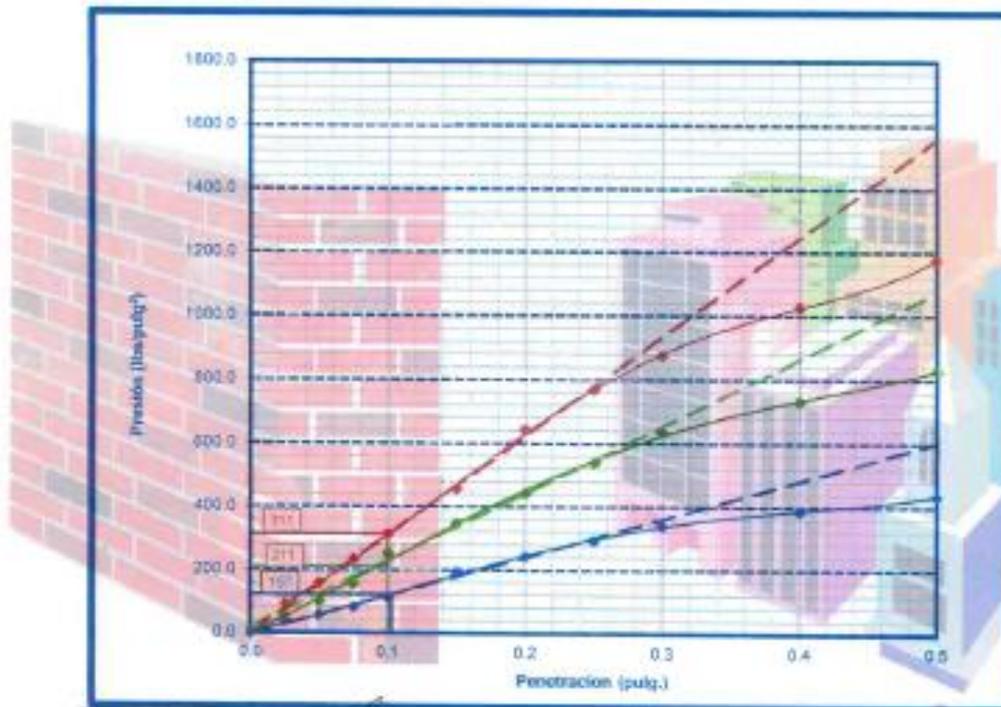
[Firma]
Benito Vega Sotelo
Ingeniero Civil
S.C., S.P. 41004

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

SOLICITADO : Gino Josue Camacho Qui Coallier y Jonathan Steven Rivera Cervantes
 PROYECTO : TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE : ANDRES AVELINO CACERES
 UBICACIÓN : Terreno Natural CANTERA C - 1
 FECHA : 23/03/2021 PROG. Km 00+180

PENETRACION Y GRAFICO C.B.R

CORRECCION	10.304	5 GOLPES		25 GOLPES		125 GOLPES		
		PENETRACION EN PULG	PREISION PATRON	MOLDE 1 DIAL	MOLDE 2 DIAL	MOLDE 2 CORRECCION	MOLDE 3 DIAL	MOLDE 3 CORRECCION
0.025			27.0	62.1	15.0	55.0	11.0	37.8
0.050			46.0	168.0	25.0	95.0	17.0	58.4
0.075			58.0	203.6	45.0	154.8	24.0	82.4
0.150	1000		91.0	312.6	70.0	250.7	33.0	113.3
0.300	1500		133.0	459.6	101.0	345.4	57.0	195.8
0.450	1900		167.0	642.3	129.0	443.1	71.0	243.9
0.600	2300		224.0	769.4	157.0	515.2	85.0	291.9
0.750	2600		265.0	875.8	185.0	615.4	99.0	340.0
0.900	2900		300.0	1,007.0	213.0	731.6	113.0	388.1
1.050	3200		343.0	1,178.1	241.0	827.8	127.0	436.2



Hugo P. S.
 CONSULTORIA TECNICA
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 AGRIENTES Y ASFALTO
 "CONSULTEC"



Samilo Vega M. J.
 Ingeniero Civil
 E.L.P. #1864

CONSULTEC
CONSULTORA TECNICA
VIAJES S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

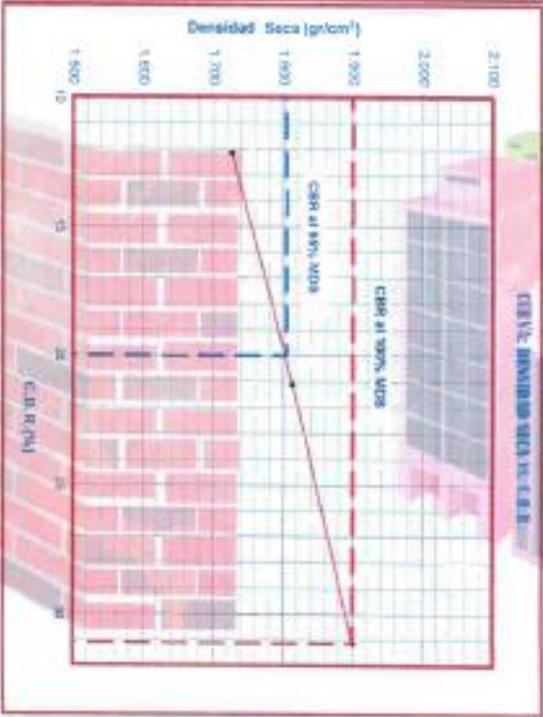
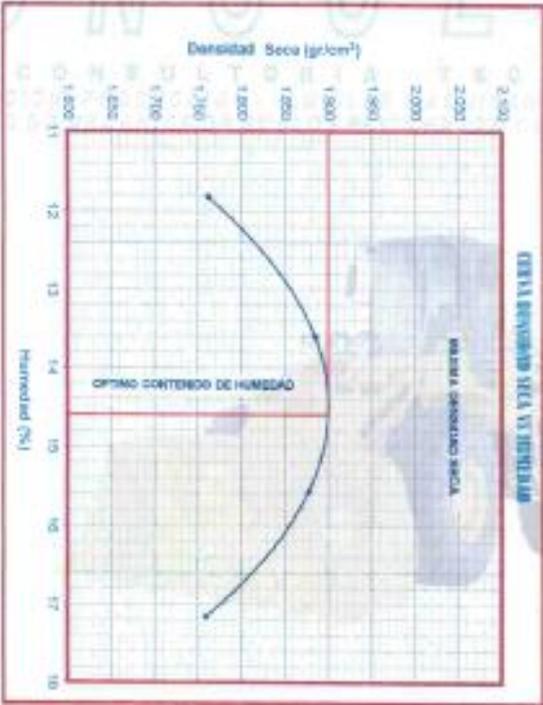
SOLICITA POR
PROYECTO
UBICACION
FECHA

Geo Josue Camacho y Colaboradores S.R.L.
 TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE ANDRES AVELLANO CACERES
 Calle Avonza Avonzo Cacera
 Terreno Natural
 23/01/2021

ENSAYO COMPRESION SIMPLE (MTC) - MTC 800/03

CANTERA : C-1
PROG. : Km 00+100

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.90
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 14.80
 CBR al 100% de la MDS (%) : 31.34
 CBR al 80% de la MDS (%) : 20.00



[Handwritten signature]
 Director General
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 COMISIÓN EJECUTIVA



[Handwritten signature]
 Director General
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 COMISIÓN EJECUTIVA

ENSAYO DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339.140 - ASTM D 4318

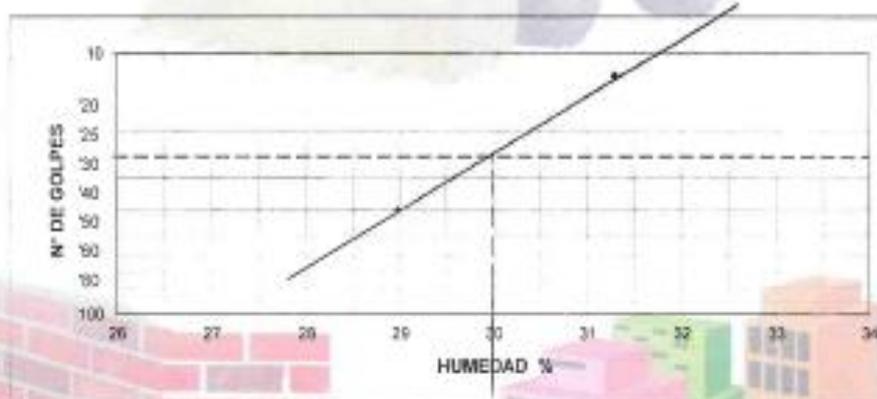
SOLICITA : Gino Jesus Carrasquini Cuellar.
Jonathan Steven Rivera Cervantes.
PROYECTO: Trabajo de Investigación, (TESIS).
Calle: Andres Bello Av. Caseros

FECHA : 23 de Marzo del 2021.

SECTOR :
Km. 00+180 lado derecho
Muestra N° 01.
Calicata N° 01.

PROCEDENCIA MATERIAL : Lugar de la calicata

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
N° de Golpes	14		40		
Tarro N°	04		03	06	07
Suelo Humedo + Tarro	58.59		57.11	53.00	50.66
Suelo Seco + Tarro	56.20		55.28	51.87	48.65
Peso del Agua	2.39		1.83	1.59	2.01
Peso del Tarro	48.56		48.94	46.01	41.42
Peso del Suelo Seco	7.64		6.34	5.86	7.23
% de Humedad	31.28		28.86	27.13	27.80
L.L. =	30.00	%	L.P. =	27.47	%
				L.P. =	2.53
					%



OBSERVACIONES : El material fue proporcionado por el solicitante.

CLASIFICACION DEL SUELO :

SUCS : GC-CL.- Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.
Arcillas inorgánicas de baja o regular plasticidad.

AASHTO : A-2-4.- Grava y arenas limosas o arcillosas.

Valor general como cimiento bueno.

[Signature]
CONSULTEC



[Signature]
G.I.P. 41024

Jr. Echenique N° 145 - Huancavelica - Oficina Consultar.

CONSULTEC

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE J ANDRES AVELINO CACERES
MUNICIPIO: Gino Josue Carrasquin Coellar y Jherlan Siven Rivera Cervantes
UBICACION: Terreno Natural
PROYECTANTE: Calle: Andres Avelino Caceres
PROYECTISTA:

FECHA: 23/03/2021
CALCULO: ** **
REVISOR: M - 1
CANTIDAD: ** **
ASISTENTE: Tec
LADO: ** **

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO METODO "C"

COMPACTACION					CONTENIDO DE HUMEDAD				
Molde N°	N°2				Prueba N°	1 2 3 4			
	1	2	3	4		1	2	3	4
Prueba N°	1	2	3	4	Tara N°	22	23	3	14
N° de capas	5	5	5	5	Tara + suelo húmedo (gr)	221.0	208.0	244.0	238.0
N° de golpes por capa	58	58	58	58	Tara + suelo seco (gr)	206.0	191.0	221.0	209.0
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	3072.0	3094.0	3193.0	3193.0	Peso del agua (gr)	15.0	17.0	23.0	29.0
Peso del Molde (gr)	5123.8	5125.8	5123.8	5125.0	Peso de tara (gr)	26.0	27.4	26.1	27.5
Peso suelo compacto (gr)	3952.8	4259.8	4069.8	4175.0	Peso suelo seco (gr)	179.0	163.6	194.9	179.5
Volumen del Molde (cm³)	2105.8	2105.8	2105.8	2105.8	Contenido de humedad (%)	8.36	10.36	12.84	16.16
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1.877	2.023	2.000	1.989	Densidad seca (gr/cm³)	1.733	1.825	1.803	1.726
Densidad seca (gr/cm³)	1.733	1.825	1.803	1.726					

COMPACTACION CBR

COMPACTACION				CONTENIDO DE HUMEDAD			
Prueba N°	1 2 3			Prueba N°	1 2 3		
	1	2	3		1	2	3
N° de capas	5	5	5	Tara N°	2	7	10
N° de golpes por capa	58	25	12	Tara + suelo húmedo (gr)	149.00	134.00	147.00
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11059.0	11084.0	10969.0	Tara + suelo seco (gr)	134.00	140.00	129.00
Peso del Molde (gr)	7705.0	7700.0	7620.0	Peso del agua (gr)	15.00	13.00	12.00
Peso suelo compacto (gr)	4477.0	4164.0	3845.0	Peso de tara (gr)	35.00	35.00	35.00
Volumen del Molde (cm³)	2105.0	2105.0	2105.0	Peso suelo seco (gr)	99.00	105.00	90.00
Densidad Húmeda (gr/cm³)	2.122	1.983	1.811	Contenido de humedad (%)	15.22	11.90	12.00
Densidad seca (gr/cm³)	1.856	1.750	1.616	Densidad seca (gr/cm³)	1.800	1.727	1.616

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayo Proctor Modificado Metodo C		
Máxima Densidad Seca: (gr/cm³)	1.86	(gr/cm³)
Optimo Contenido de Humedad: (%)	11.8	%
Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración		
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. :	29.2	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. :	21.0	%
Expansión (%)	presente	3.5

[Firma]
SPECIALISTA EN SUELOS
PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"



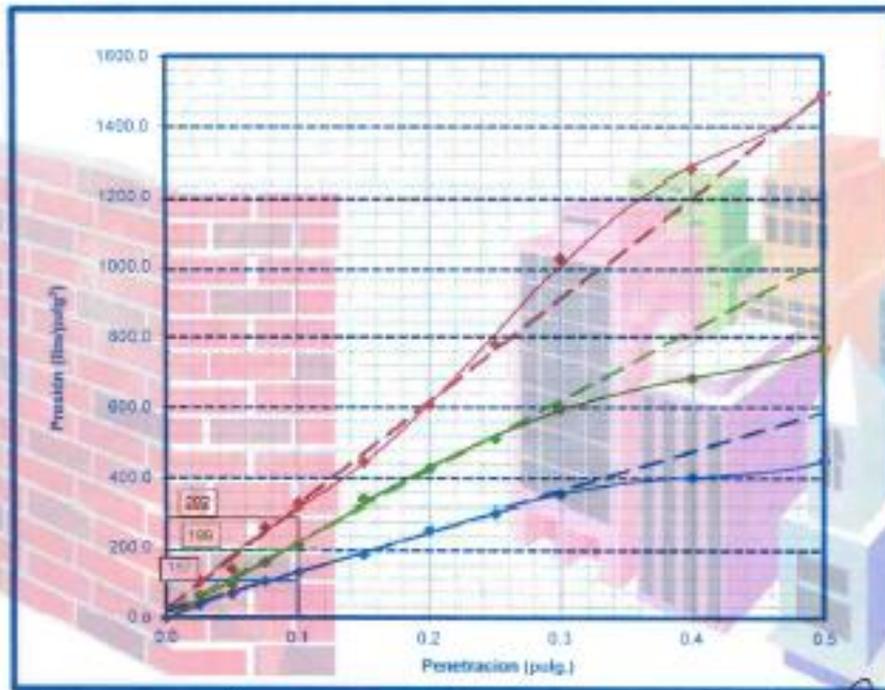
[Firma]
Banilo Vega Miguero
E. L. P. 41004

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

SOLICITADO: Gino Josue Camarlangui Coillar y Jhontan Steven Rivera Cervantes
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE: ANDRES AVELINO CALERES
UBICACION: Terreno Natural **CANTERA** **,**
FECHA: 23/03/2021 **PROG.** **,**

PENETRACION Y GRAFICO C.B.R

CORRECCION	10.304	90 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES		
		PRESION EN PULG PATRON	MOLDE 1 DIAL	MOLDE 2 DIAL	MOLDE 3 DIAL	MOLDE 3 DIAL	MOLDE 3 DIAL	
0.025			33.0	113.3	21.0	72.1	15.0	44.7
0.050			43.0	147.7	30.0	103.0	22.0	75.6
0.075			77.0	254.6	48.0	168.3	33.0	113.3
0.100	1000		96.0	329.1	63.0	218.4	40.0	127.4
0.150			130.0	446.6	86.0	298.0	55.0	188.9
0.200	1500		177.0	607.9	124.0	425.9	79.0	257.6
0.250			227.0	779.7	149.0	511.8	93.0	306.7
0.300	1500		300.0	1,030.4	174.0	597.6	103.0	353.6
0.400	2300		373.0	1,281.1	199.0	683.5	117.0	401.9
0.500	2800		435.0	1,494.1	224.0	769.4	131.0	449.9



[Signature]
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO
 CONSULTEC



[Signature]
 Danilo Vega Rigone
 C. I. P. 41664

CONSULTEC
CONSTRUCCION TECNICA
VIAJES REC 1000128190308

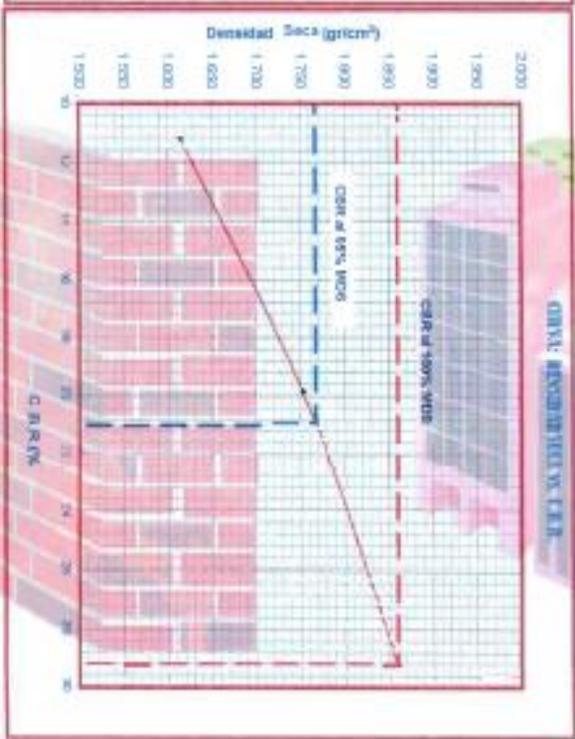
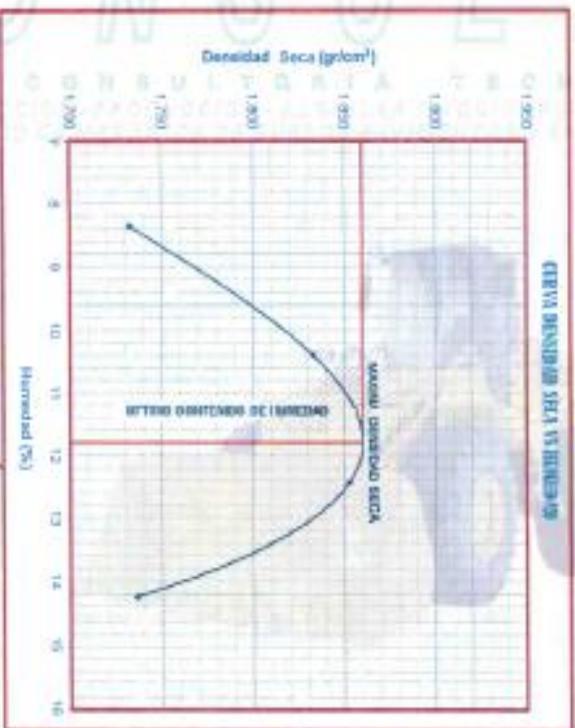
LABORATORIO DE MECANICA
DE TIENDAS, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

ANALISIS POR
FRACCIÓN
PROCEDE
ABRIL
2021

1. Zona Iruya, Camalibambaque, Cochabamba y Jhuatza, 5ta. zona, Póveda, Gerencia
 Tránsito de Investigación (TRES) CALLE: ANDRÉS AMALIANO CAJONES
 Calle Andrés Amaliano Cajones
 Termino Normal
 23/05/2021

ENSAYO CALIBRACION BARRAS DATO (L.R. 2.1) - METR. 2000

Módulo Elástico Seco (E ₇ cm ²)	1.86
Coeficiente de Poisson (ν)	11.0
Coef. al. 100% de la MDS (C ₁₀₀)	29.2
Coef. al. 95% de la MDS (C ₉₅)	21.0



[Firma manuscrita]
 INGENIERO EN CIENCIAS
 DE LA CONSTRUCCION
 ESPECIALISTA EN ENSAYOS
 DE MATERIALES DE
 PAVIMENTOS Y ASFALTOS
 "CONSULTEC"



[Firma manuscrita]
Daniel Torres
 INGENIERO EN CIENCIAS
 DE LA CONSTRUCCION
 ESPECIALISTA EN ENSAYOS
 DE MATERIALES DE
 PAVIMENTOS Y ASFALTOS
 "CONSULTEC"

ENSAYO DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339.140 - ASTM D 4318

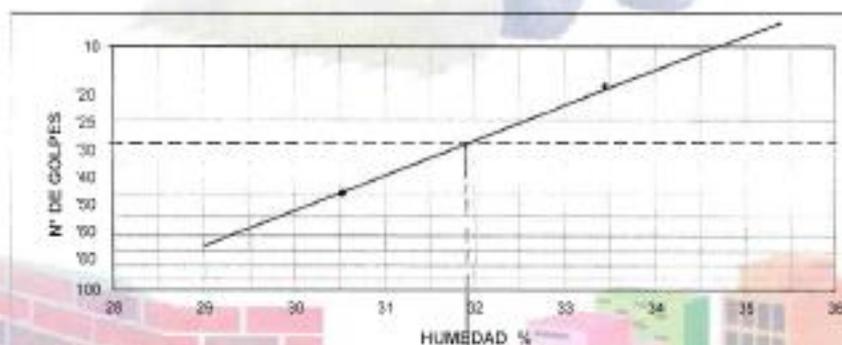
SOLICITA: Gino Jesus Camacho Qui Ccoillar,
Jovanita Silvia Rivera Cervantes,
PROYECTO: Trabajo de Investigacion, (T6886),
Calle: Andres Bello Caceres

FECHA: 23 de Marzo del 2021.

SECTOR:
Muestra con 7% de
Ceniza de coca.

PROCEDENCIA MATERIAL: Muestra de material + ceniza de coca.

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		
N° de Golpes	14	40			
Tarro N°	02	06	05	09	
Suelo Humedo + Tarro	49.77	53.40	56.16	50.50	
Suelo Seco + Tarro	47.71	51.67	54.23	48.77	
Peso del Agua	2.06	1.73	1.93	1.73	
Peso del Tarro	41.54	46.01	47.72	42.87	
Peso del Suelo Seco	6.17	5.65	6.51	5.90	
% de Humedad	33.38	30.55	29.65	29.32	
L. L. =	31.85	%	L.P. =	29.49	%
			I.P. =	2.36	%



OBSERVACIONES: El material fue proporcionado por el solicitante.

CLASIFICACION DEL SUELO:

SUCS: GC-CL- Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla

Arcillas inorganicas de baja o regular plasticidad.

AASHTO: A-2-4- Grava y arenas limosas o arcillosas,

Valor general como cemento bueno.

[Signature]
Gino Jesus Camacho Qui Ccoillar
Ingeniero Civil
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
CONSULTEC



[Signature]
Dante Vega Siquera
Ingeniero Civil
CONSULTEC

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

ASTM D1883

PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE ANDRES AVELINO CACERES

FECHA: 23/03/2021

ARQUITO: Gino Josue Camachoqui Cooliar y Jhordan Steven Rivera Cervantes

CANTIDAD: --,--

INDICACION: Terreno Natural

MODERA: M - 1

PROYECTANTE: Calle Andres Avelino Caceras

CARTERA: --,--

PROGRESIVO: --,--

TIPO DE PISO: Tac

ESTADO: CBR. Añadiendo ceniza de paco 13%

LADO: --,--

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO METODO "C"

COMPACTACION

Molde Nº	Nº 2				Volumen	2005
	1	2	3	4		
Prueba Nº	1	2	3	4		
Nº de capas	5	5	5	5		
Nº de golpes por capa	56	56	56	56		
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	9190.0	9642.0	9584.8	9423.8		
Peso del molde (gr)	5125.0	5125.0	5125.0	5125.0		
Peso suelo compacto (gr)	4074.0	4517.0	4459.8	4298.8		
Volumen del Molde (cm ³)	2165.0	2165.0	2165.0	2165.0		
Densidad Humida (gr/cm ³)	1.885	2.086	2.118	2.042		
Densidad seca (gr/cm ³)	1.726	1.837	1.816	1.718		

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1				2				3				4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tara Nº	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Tara + suelo humedo (gr)	190.0	179.0	173.6	189.0	174.0	193.0	190.0	139.0	180.0	183.7	122.2	111.5	121.18	14.21	17.06	18.20
Tara + suelo seco (gr)	174.0	163.0	157.6	173.0	168.0	187.0	184.0	133.0	164.0	167.7	116.2	105.5	115.18	14.41	17.26	18.40
Peso del agua (gr)	16.0	16.0	16.0	16.0	6.0	6.0	6.0	6.0	16.0	16.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Peso del tara (gr)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Peso suelo seco (gr)	158.0	147.0	141.6	157.0	152.0	171.0	168.0	127.0	148.0	151.7	110.2	99.5	109.18	8.00	11.00	12.40
Contenido de humedad (%)	10.16	9.00	9.33	9.00	3.51	3.11	3.16	4.70	9.09	9.00	5.01	5.78	5.04	4.22	3.52	3.80
Densidad seca (gr/cm ³)	1.738	1.837	1.816	1.718	1.885	2.086	2.118	2.042	1.726	1.837	1.816	1.718	1.885	2.086	2.118	2.042

COMPACTACION CBR

COMPACTACION

Prueba Nº	1			2			3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nº de capas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	50	20	10	50	20	10	50	20	10
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11447.0	11470.0	11287.0	11447.0	11470.0	11287.0	11447.0	11470.0	11287.0
Peso del molde (gr)	7115.0	7120.0	7020.0	7115.0	7120.0	7020.0	7115.0	7120.0	7020.0
Peso suelo compacto (gr)	4332.0	4350.0	4267.0	4332.0	4350.0	4267.0	4332.0	4350.0	4267.0
Volumen del Molde (cm ³)	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0
Densidad Humida (gr/cm ³)	2.042	2.046	2.008	2.042	2.046	2.008	2.042	2.046	2.008
Densidad seca (gr/cm ³)	1.857	1.777	1.698	1.857	1.777	1.698	1.857	1.777	1.698

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1			2			3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tara Nº	21	18	20	21	18	20	21	18	20
Tara + suelo humedo (gr)	173.00	180.00	185.00	173.00	180.00	185.00	173.00	180.00	185.00
Tara + suelo seco (gr)	151.00	162.00	163.00	151.00	162.00	163.00	151.00	162.00	163.00
Peso del agua (gr)	22.00	18.00	22.00	22.00	18.00	22.00	22.00	18.00	22.00
Peso del tara (gr)	21.00	18.00	20.00	21.00	18.00	20.00	21.00	18.00	20.00
Peso suelo seco (gr)	130.00	144.00	143.00	130.00	144.00	143.00	130.00	144.00	143.00
Contenido de humedad (%)	16.92	12.50	15.39	16.92	12.50	15.39	16.92	12.50	15.39
Densidad seca (gr/cm ³)	1.857	1.777	1.698	1.857	1.777	1.698	1.857	1.777	1.698

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayo Proctor Modificado Metodo C		
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.85	(gr/cm ³)
Óptimo Contenido de Humedad (%)	15.1	%
Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración		
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. :	28.8	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. :	20.0	%
Expansión (%)	prevale	3.3

[Firma]
Ing. Gino Josue Camachoqui Cooliar
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO
 "CONSULTEC"



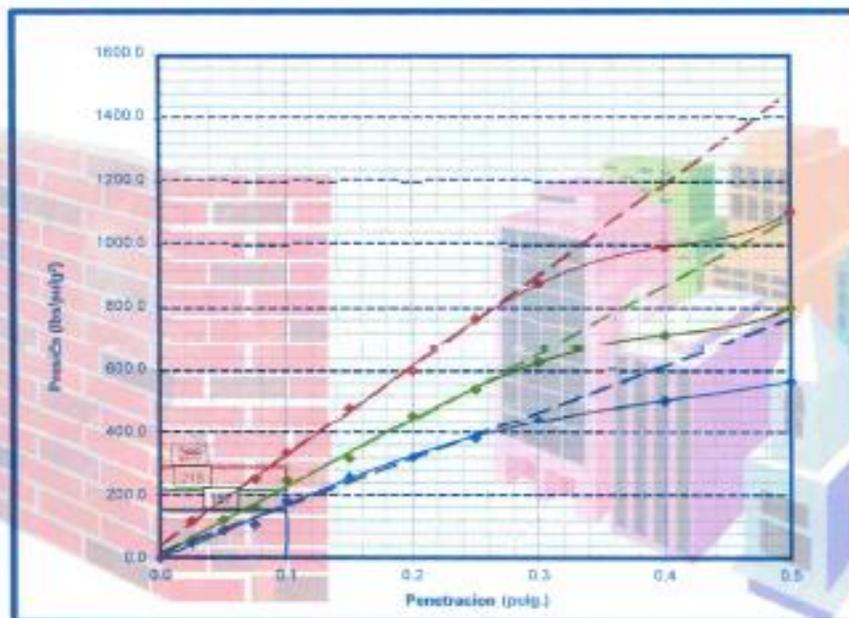
[Firma]
Genilo Vega
 Ingeniero Civil
 C. L. P. 41014

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

SOLICITADO: Gina Josue Camacho Qui Coillar y Jhontan Steven Rivera Cervantes
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE : ANDRES AVELINO CACERES
UBICACION: Terreno Natural **CANTERA** **,**
FECHA: 23/03/2021 **PROG.** **,**

PENETRACION Y GRAFICO C.B.R

CORRECCION	10.334	50 GOLPER	25 GOLPER	12 GOLPER			
PENETRACION	PRESION	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3			
EN PULG	PATRON	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion
0.025		34.0	116.8	17.0	58.4	13.0	44.7
0.050		51.0	175.2	35.0	120.2	25.0	85.9
0.075		73.0	250.7	47.0	161.4	31.0	106.5
0.100	1000	97.0	333.2	72.0	247.3	53.0	182.0
0.150		140.0	480.9	90.0	316.0	75.0	257.5
0.200	1500	175.0	601.1	122.0	405.8	93.0	310.4
0.250		223.0	785.9	158.0	542.7	111.0	361.2
0.300	1800	259.0	879.3	189.0	628.3	129.0	409.1
0.400	2300	299.0	992.0	208.0	714.4	147.0	464.9
0.500	2600	322.0	1108.0	230.0	800.3	165.0	508.7



INGENIERIA DE CONSTRUCCION
ESPECIALISTA EN SUELOS
PAVIMENTOS Y ASFALTO
CONSULTEC



Benito Vera Figueroa
 Ingeniero Civil
 E.L.P. 41054

CONSULTEC
CONCRETORA TECNICA
VIAJO RIC 100121803565

**LABORATORIO DE RECARGA
 DE SUELO, PAVIMENTO
 Y ENLACE DE PAVIMENTOS**

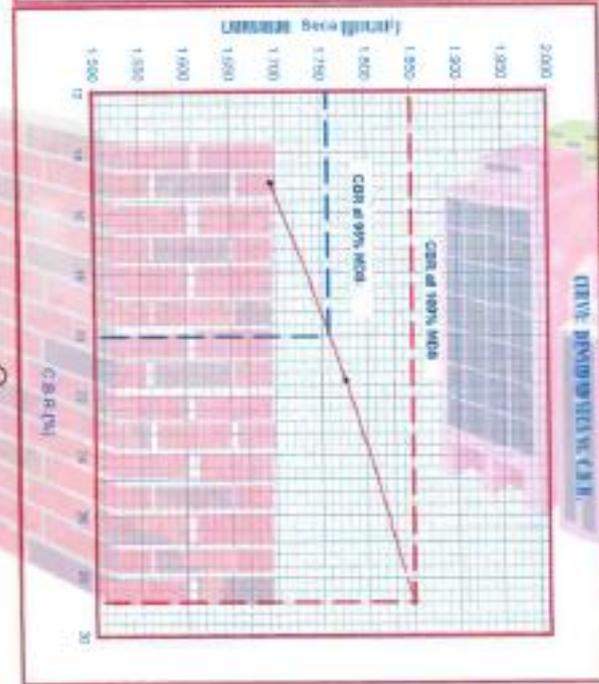
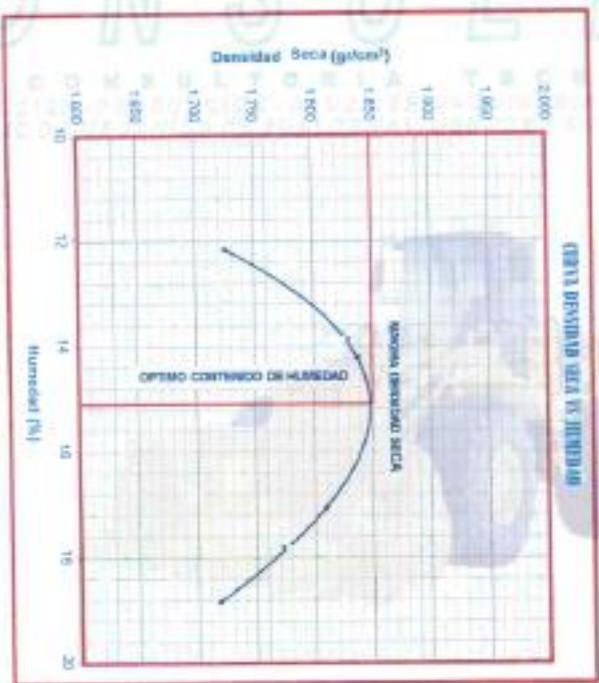
**INDICIA POR
 PROYECTO
 PAVIMENTO
 ESTRUCTURAL
 FICHA**

1. Gino Jose Camacho Quiroga y Jonathan Steven Rivera Gonzalez
 TIABADO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE ANDRES AVELLINO CAGBERES
 Calle Andres-Avellino Cagberes
 Terreno Natural
 28/03/2021

MANEJO ALTERNATIVO MANTENIMIENTO (C.B.M.) - SIN DISCOS

Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.85
 Densidad Consolidada Humedad (%) : 1.71
 CBR al 100% de la MDS (%) : 20.0
 CBR al 95% de la MDS (%) : 20.0

**CANTERA
 PAVES :**



CONSULTEC
 ESPECIALISTA EN SOLUCIONES
 INGENIERIA Y ASISTENTE
 CONSULTOR



Genelia Viora Aligona
 E.L.P. A1554

ANÁLISIS - GRANULOMÉTRICO
NTP 339.128 - ASTM D 422

SOLICITA: Oño Josue Constanza Quiñan
 Jaceston Steven Rinco Cereantes
 PROYECTO: Trabajo de Investigación, (TESIS)
 Calle: Andrés Bello Caracas

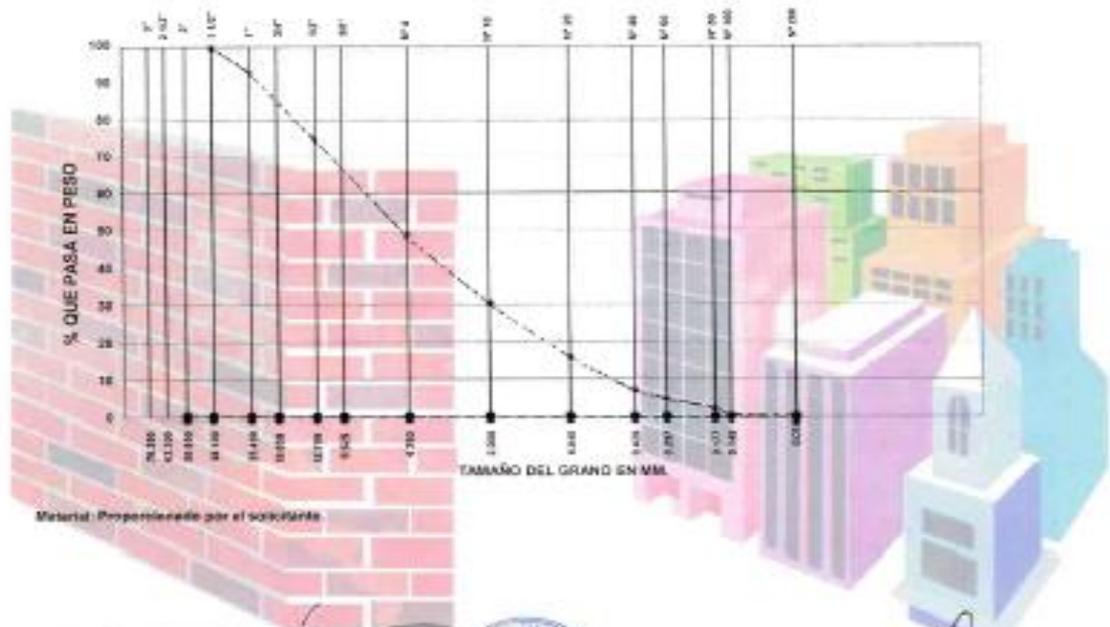
FECHA: 23 de Marzo del 2021.

SECTOR:
 Muestra, con 15% de
 CENIZA de coco.

PROCEDENCIA MATERIAL: Mezcla material + ceniza de coco.

TAMICES ASTM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	Tamaño Máximo 2"
3"	76.200						Descripción de la Muestra
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						Peso Inicial = 4,130.00 grs.
1 1/2"	38.100						Caras Fract. = "..." %
1"	25.400	200.0	6.8	6.8	93.2		Peso Específico = "..." g/cm ³
3/4"	19.000	270.5	6.5	13.3	86.7		Límite Líquido = 38.20 %
1/2"	12.500	478.8	11.6	24.9	75.1		Límite Plástico = 33.07 %
3/8"	9.500	366.7	8.9	33.8	66.2		Índice Plástico = 2.50 %
1/4"	6.300	473.4	11.5	45.3	54.7		
N° 4	4.750	287.7	7.0	52.3	47.7		Clasif. SUCS = GC-CL
N° 8	2.000	535.9	13.0	65.3	34.7		Clasif. AASHTO = A-2-4
N° 10	1.900	187.8	4.1	69.4	30.6		Observaciones:
N° 15	1.180	411.0	9.9	79.3	20.7		
N° 20	0.840	203.2	4.9	84.2	15.8		No Contiene Mat. Orgánica "..."
N° 30	0.600	182.4	4.4	88.6	11.4		Part. Chales y Alargadas "..."
N° 40	0.420	170.3	4.1	92.7	7.3		
N° 50	0.297	100.4	2.4	95.1	4.9		
N° 80	0.177	120.0	2.9	98.0	2.0		Peso Fino = 1,972.60 grs.
N° 100	0.149	52.2	1.3	99.3	0.7		Peso Grava = 2,157.20 grs.
N° 200	0.074	26.3	0.6	99.9	0.1		Peso Fracción = "..." grs.
PAN		3.5	0.1	100.00	"..."		
TOTAL		4,130.00					

MALLAS US STANDARD



[Signature]
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO
 "CONSULTEC"



[Signature]
 S.L.P. 41004

ENSAYO DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339.140 - ASTM D 4318

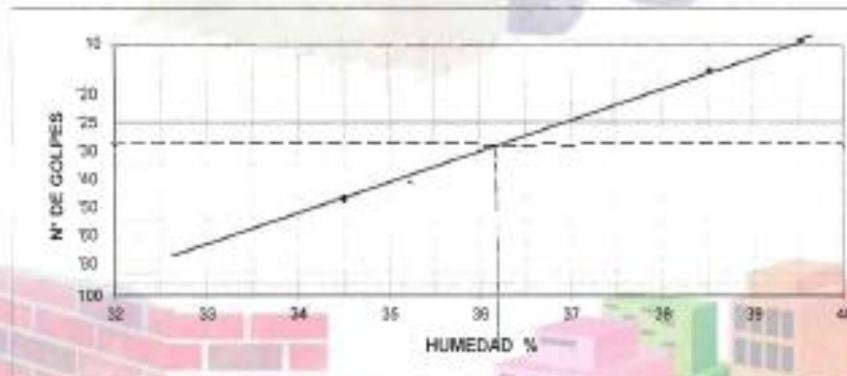
SOLICITA : Gino Josue Camacillo Qui Ccollar,
Jhonatan Steven Rivera Cervantes,
PROYECTO: Trabajo de Investigación, (TESIS),
Calle: Andrea Arellano Caceres

FECHA : 25 de Marzo del 2021.

SECTOR :
Muestra con 13% de
Ceniza de coco.

PROCEDENCIA MATERIAL : Muestra de material + ceniza de coco.

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
N° de Golpes	14	40		
Tarro N°	07	10	03	08
Suelo Humedo + Tarro	49.40	48.88	58.40	48.38
Suelo Seco + Tarro	47.18	48.88	54.53	45.78
Peso del Agua	2.22	2.00	1.67	1.62
Peso del Tarro	41.42	41.08	48.94	41.96
Peso del Suelo Seco	5.78	5.80	5.59	4.78
% de Humedad	38.54	34.48	33.45	33.88
L. L. =	36.20 %	L. P. = 33.67 %	I. P. = 2.53 %	



OBSERVACIONES : El material fue proporcionado por el solicitante

CLASIFICACION DEL SUELO :

SUCS : GC-CL- Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla.

Arcillas inorgánicas de baja o regular plasticidad.

AASHTO : A-2-4- Grava y arenas limosas o arcillosas.

Valor general como cemento bueno.

[Signature]
Gino Josue Camacillo Qui Ccollar
Ingeniero Civil
Pavimentos y Asfalto
CONSULTEC



[Signature]
Gino Josue Camacillo Qui Ccollar
Ingeniero Civil
E. P. 41004

Jr. Echenique N° 145 - Huancavelica - Oficina Consultec.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

ASTM D1883

PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE : ANDRES AVELINO CACERES
INICIA: Gino Josue Camachoqui Cozilar y Jhontan Steven Rivera Cervantes
UBICACION: Terreno Natural
PROYECTANTE: Calle Andres Avelino Caceres
ETAPA: CBR. Añadiendo ceniza de coco 18%

FECHA: 29/03/2021
CHECKEA: ** **
REVISOR: M - 1
CONTROL: ** **
OTRO PNR: Tcc
LABO: ** **

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO METODO "C"

COMPACTACION

molde Nº	Nº2			
	1	2	3	4
Prueba Nº	1	2	3	4
Nº de capas	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (gr)	5082.0	4930.0	5411.0	4468.0
Peso del molde (gr)	5125.0	5125.0	5125.0	5125.0
Peso suelo compactado (gr)	4377.0	4405.0	4486.0	4383.0
Volumen del Molde (cm ³)	2165.0	2165.0	2165.0	2165.0
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.995	2.030	2.071	2.021
Densidad seca (g/cm ³)	1.733	1.810	1.813	1.732

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1			
	1	2	3	4
Prueba Nº	11	2	4	8
Tara + suelo húmedo (gr)	225.0	208.0	197.0	187.0
Tara + suelo seco (gr)	188.0	183.0	173.0	150.0
Peso del agua (gr)	37.0	25.0	24.0	37.0
Peso del tara (gr)	26.2	25.8	26.1	26.9
Peso suelo seco (gr)	171.8	157.2	146.9	123.1
Contenido de humedad (%)	13.36	15.83	17.53	15.58
Densidad seca (g/cm ³)	1.729	1.810	1.813	1.732

COMPACTACION CBR

COMPACTACION

Prueba Nº	1		
	1	2	3
Prueba Nº	1	2	3
Nº de capas	5	5	5
Nº de golpes por capa	50	25	12
Peso del molde + Suelo compactado (gr)	10514.0	10388.0	10204.0
Peso del Molde (gr)	7134.0	7139.0	7120.0
Peso suelo compactado (gr)	4480.0	4279.0	4084.0
Volumen del Molde (cm ³)	2100.0	2100.0	2100.0
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.133	2.037	1.944
Densidad seca (g/cm ³)	1.807	1.726	1.652

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1		
	1	2	3
Prueba Nº	12	7	3
Tara + suelo húmedo (gr)	109.00	125.00	140.00
Tara + suelo seco (gr)	100.00	118.00	140.00
Peso del agua (gr)	9.00	7.00	0.00
Peso del tara (gr)	24.74	25.30	25.10
Peso suelo seco (gr)	110.26	114.70	114.90
Contenido de humedad (%)	15.73	14.74	16.42
Densidad seca (g/cm ³)	1.807	1.726	1.652

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayo Proctor Modificado Metodo C	
Máxima Densidad Seca: (g/cm ³)	1.82 (gr/cm³)
Óptimo Contenido de Humedad: (%)	16.9 %
Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración	
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. :	26.1 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. :	20.0 %
Expansión (%)	aproxim 2.5

[Firma]
INGENIERO EN SUELOS
PAVIMENTOS Y ASFALTO
CONSULTEC



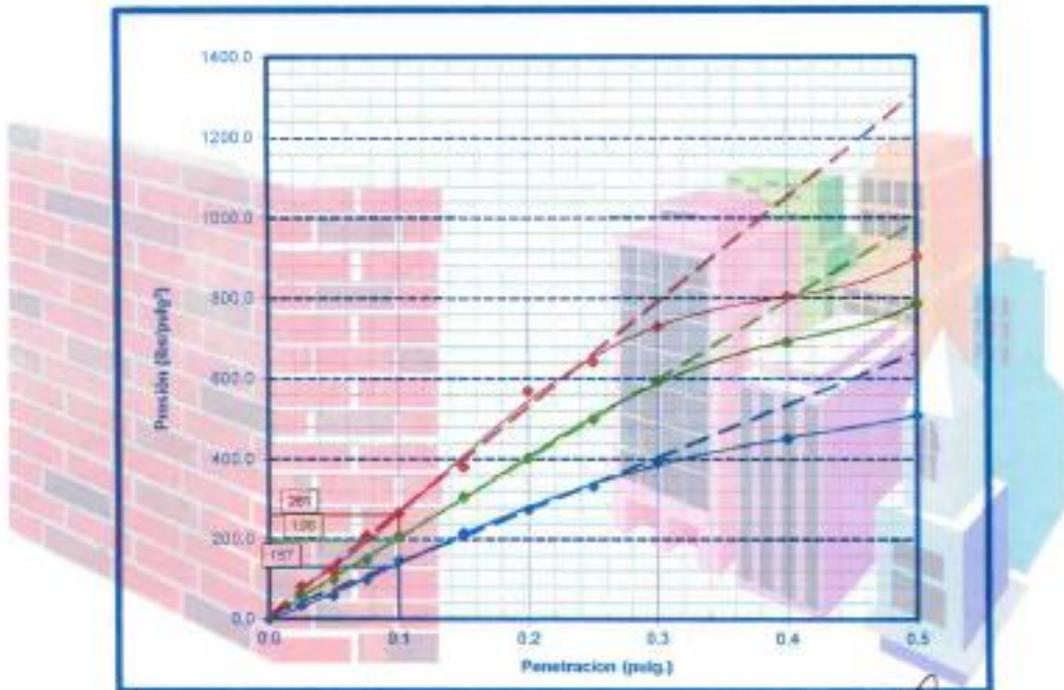
[Firma]
Gino Josue Camachoqui Cozilar
Ingeniero Civil
C. L. P. 41004

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

SOLICITADO: Cino Josue Camacho Qui. Coillar y Jonathan Sison Rivera Cervantes
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE : ANDRES AVELINO CACERES
UBICACION: Terreno Natural **CANTERA:** **_**
FECHA: 23/03/2021 **PROG.** **_**

PENETRACION Y GRAFICO C.B.R

CORRECCION	10.304	50 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES
PENETRACION EN PULG	PRESION PATRON	MOLDE 1 DIAL	MOLDE 2 DIAL	MOLDE 3 DIAL
0.025		24.0	82.4	17.0
0.050		38.0	120.2	25.0
0.075		51.0	209.5	44.0
0.100	1000	77.0	264.5	51.0
0.150		111.0	381.2	88.0
0.200	1500	168.0	570.2	117.0
0.250		187.0	642.3	146.0
0.300	1800	212.0	724.1	170.0
0.400	2300	234.0	893.7	201.0
0.500	2600	263.0	923.3	229.0



[Signature]
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO
 "CONSULTEC"



[Signature]
 Ingeniero Civil
 G. I.P. 41004

CONSULTEC
 GOBIERNO TÉCNICO
 VIALBI DE INVESTIGACION 10012698308

LABORATORIO DE MECÁNICA
 DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

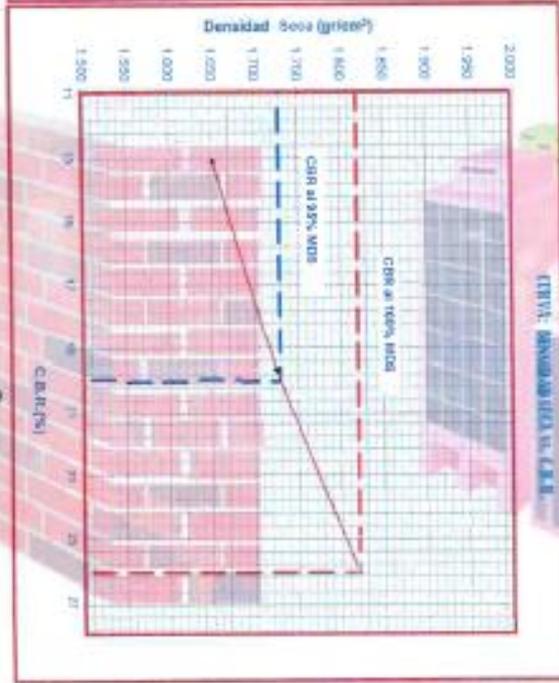
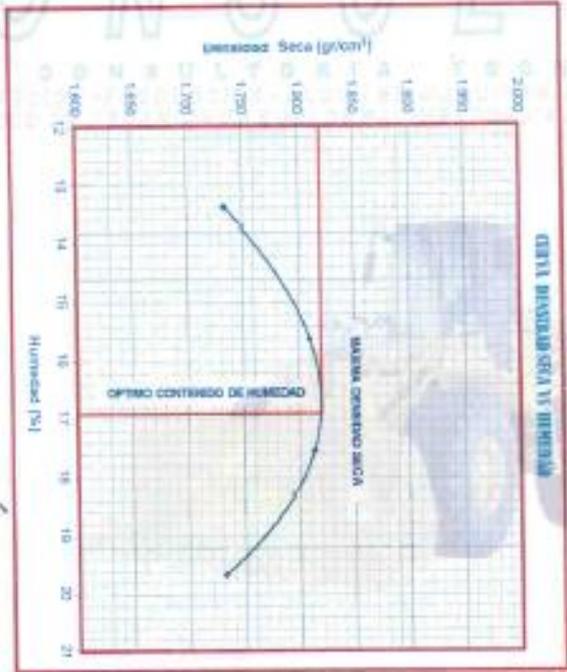
SUBTIPO DE PROYECTO
PROYECTO DE PAVIMENTO CARRETERO RIGIDO

1. Grupo Inesur Camacolloqui (Covir y Jimenez Steven) - 1ra. Gerencia
 TRABAJO DE INVESTIGACION (TES SI) CALLE / ANDES AVELLANO CACI RUS
 Calle Andes Avelino Cacris
 Terreno Nacional
 23/03/2021

ENSAYO CALIFORNIA HIGROMETRO (C.H.H.) - AREA BARRAS

Moisture Density (Sec) (gr/cm³) : 1.82
 Optima Contenido de Humedad (%) : 16.9
 CB R al 100% de la MDS (%) : 20.4
 CB R al 95% de la MDS (%) : 20.9

CANTIDAD DE PRUEBAS
 : 0000



[Signature]
 INGENIERO EN CIENCIAS
 DE INGENIERIA CIVIL
 ESPECIALIDAD EN OBRAS
 DE PAVIMENTOS Y ACERADOS
 "CONSERVACIÓN"



[Signature]
 INGENIERO EN CIENCIAS
 DE INGENIERIA CIVIL
 ESPECIALIDAD EN OBRAS
 DE PAVIMENTOS Y ACERADOS
 "CONSERVACIÓN"

ANALISIS - GRANULOMETRICO
NTP 339.128 - ASTM D 422

SOLICITA: Sr. Jose Canablanqui Ccollbar,
Jonathan Silver Rivera Cerveras,
PROYECTO: Trabajo de Investigativa, (TESIS),
Calle: Andres Bello Caracas

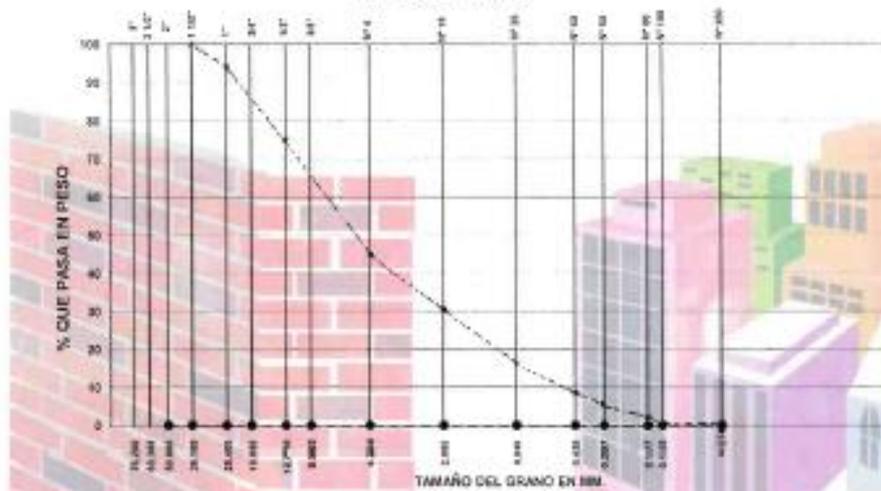
FECHA: 25 de Marzo del 2021

SECTOR:
Muestra, con 10% de
CENZA de caca.

PROCEDENCIA MATERIAL: Mezcla material + cenizas de caca.

TAMICES ASTM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	Tamaño Máximo 2"
3"	76.200						Descripcion de la Muestra
2 1/2"	63.500						Peso Inicial = 4,270.00 grs.
2"	50.800						Ceniz Fract. = **,** %
1 1/2"	38.100						Peso Especifico = **,** gr/cc
1"	25.400	320.2	7.5	7.5	92.5		Límite Líquido = 27.85 %
N° 4	4.750	290.1	6.8	14.3	85.7		Límite Plástico = 24.67 %
N° 8	2.000	456.6	10.7	25.0	75.0		Indice Plastico = 2.99 %
N° 10	1.500	371.5	8.7	33.7	66.3		
N° 15	1.000	302.2	7.1	40.8	59.2		
N° 20	0.850	268.6	6.3	47.1	52.9		
N° 30	0.600	194.8	4.6	51.7	48.3		
N° 40	0.425	178.2	4.2	55.9	44.1		
N° 50	0.300	110.9	2.6	58.5	41.5		
N° 60	0.250	140.0	3.3	61.8	38.2		
N° 75	0.200	44.7	1.0	62.8	37.2		
N° 100	0.150	35.0	0.8	63.6	36.4		
N° 200	0.075	3.3	0.1	63.7	36.3		
PAN		4.3	0.1	100.00	**,**		
TOTAL		4,270.00					

MALLAS US STANDARD



Materia Proporciónada por el solicitante.

[Signature]
Laboratorio de Mecánica de Suelos
PAVIMENTOS Y ASFALTO
CONSULTEC



[Signature]
Sanito Vega
Ingeniero Civil
E.L.P. 41004

ENSAYO DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339.140 - ASTM D 4318

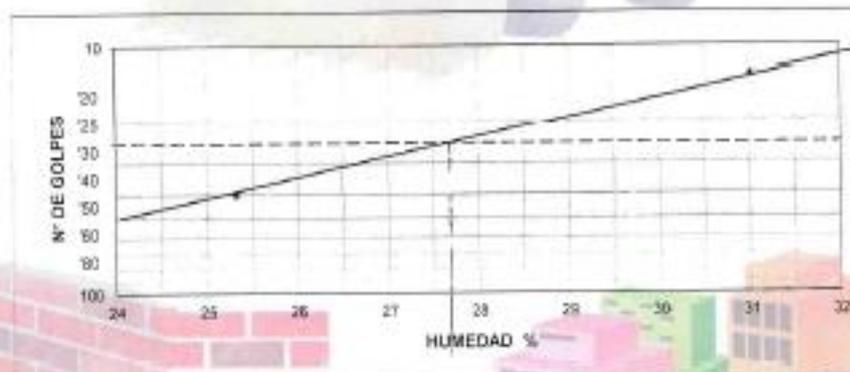
SOLICITA : Oino Jofre Camacho Qui Coallar,
Jhonatas Silver Rivera Cervantes
PROYECTO : Trabajo de Investigación, (TESIS)
Calle: Andres Bello 2000

FECHA : 23 de Marzo del 2021.

SECTOR :
Muestra con 18% de
Ceniza de coco.

PROCEDENCIA MATERIAL : Muestra de material + ceniza de coco.

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
N° de Golpes	14	40		
Tarro N°	08	07	10	05
Suelo Humedo + Tarro	48.88	49.06	48.63	55.18
Suelo Seco + Tarro	47.23	47.52	47.13	53.71
Peso del Agua	1.63	1.54	1.50	1.47
Peso del Tarro	41.98	41.42	41.08	47.72
Peso del Suelo Seco	5.25	6.10	6.05	5.99
% de Humedad	31.05	25.25	24.79	24.54
L. L. =	27.65	%	L. P. =	24.87 %
			IP. =	2.58 %



OBSERVACIONES : material fue proporcionado por el solicitante

CLASIFICACION DEL SUELO :

SUICS : GC-CL - Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla

Arcillas inorgánicas de baja o regular plasticidad

AASHTO : A-2-4 - Grava y arenas limosas o arcillosas.

Valor general como alijante bueno.

[Signature]
CONSULTEC



[Signature]
Gisela Vega Mijangos
Ingeniero Civil
& L.P. 41034

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883

PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (tesis)
 Calle: Andres Avelino Caceres
INICIADO: Gino Josue Camadlanqui Cositar y Jhonatan Gilven Rivera Cervantes
FINALIZADO: Terreno Natural
PROYECTANTE: Calle: Andres Avelino Caceres
PROGRESIVO: ...
ETAPA: CER, añadiendo ceriza de madera 7%

FECHA: 26/02/2021
CANTIDAD: 1
MODELO: M-1
CANTERA: 1
ESCALA POR: Tec.
LIBRO: ...

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO METODO "C"

COMPACTACION					CONTENIDO DE HUMEDAD				
Prueba N°	N°2		trafuzera		20/85				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
N° de golpes	5	5	5	5	1	2	3	4	
N° de golpes por capa	5	5	5	5	1	2	3	4	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	3485	3545	3771	3661	200.0	217.0	208.0	207.0	
Peso del Molde (gr)	5125.0	5125.0	5125.0	5125.0	187.0	200.0	199.0	194.0	
Peso suelo compacto (gr)	4000.0	4024.0	4014.0	4024.0	13.0	17.0	18.0	13.0	
Peso agua (gr)	35.0	35.7	35.0	35.7	25.0	25.7	25.0	25.7	
Peso suelo seco (gr)	3965.0	3988.3	3979.0	3988.3	101.2	164.3	153.1	107.8	
Volumen del Molde (cm ³)	2128.0	2128.0	2128.0	2128.0	8.80	10.95	12.41	14.57	
Densidad Humida (gr/cm ³)	2.114	2.124	2.171	2.195	1.905	1.920	1.922	1.982	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.991	1.994	1.992	1.992					

COMPACTACION CBR

COMPACTACION				CONTENIDO DE HUMEDAD			
Prueba N°	1	2	3	1	2	3	
N° de golpes	5	5	5	1	1	3	
N° de golpes por capa	5	5	5	1	1	3	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11710.0	11490.0	11360.0	187.00	205.00	198.00	
Peso del Molde (gr)	7115.0	7120.0	7120.0	179.00	188.00	181.00	
Peso suelo compacto (gr)	4595.0	4370.0	4240.0	10.00	17.00	17.00	
Peso agua (gr)	4000.0	4245.0	4024.0	34.74	30.70	35.90	
Volumen del Molde (cm ³)	2128.0	2128.0	2128.0	164.28	192.20	145.10	
Densidad Humida (gr/cm ³)	2.167	2.047	1.990	1.187	1.111	1.372	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.940	1.942	1.997	1.040	1.042	1.497	

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayo Proctor Modificado Metodo C	
Máxima Densidad Seca: (gr/cm ³)	1.94 %
Óptimo Contenido de Humedad: (%)	11.4 %
Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración	
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. :	32.2 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. :	25.0 %
Expansión (%)	No presenta

[Firma]
 ESPECIALISTAS EN SUELOS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO
 "CONSULTEC"



[Firma]
 Director Civil
 S.I.P. 41004

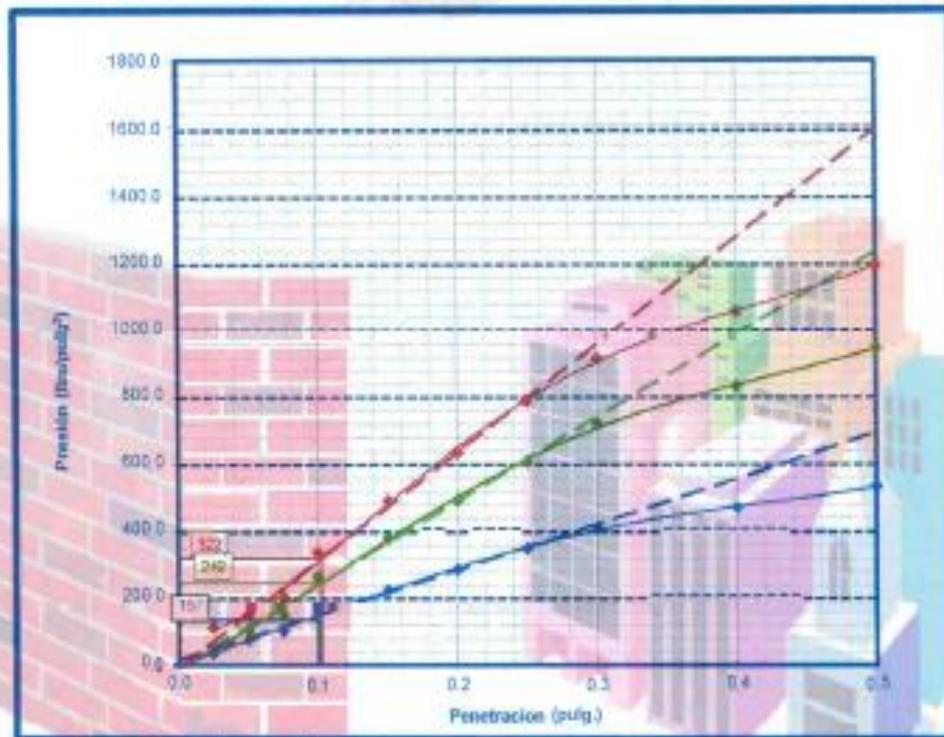
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

SOLICITADO: Gino Josue Camacho Qui Coallar y Jonathan Steven Rivera Cervantes
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (tesis)
EDIFICACION: Calle: Andres Aveino Caberes
FECHA: 23/03/2021

CANTERA **_**
PROG. **_**

PENETRACION Y GRAFICO C.B.R

CORRECCION	10.304	25 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES			
PENETRACION	PRESION	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3			
EN PULG	PATRON	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion
0.025		33.0	113.3	15.0	51.5	10.0	34.3
0.050		45.0	154.8	20.0	109.0	22.0	75.6
0.075		60.0	206.1	25.0	154.8	30.0	103.0
0.100	1000	80.0	336.6	30.0	257.6	48.0	164.0
0.150		144.0	494.0	111.0	381.2	66.0	226.7
0.200	1500	185.0	635.4	144.0	494.5	84.0	298.5
0.250		233.0	790.0	177.0	607.6	102.0	360.3
0.300	1900	267.0	917.1	210.0	721.3	120.0	412.0
0.400	2300	358.0	1,257.6	343.0	836.6	136.0	474.0
0.500	2600	349.0	1,188.7	376.0	848.0	156.0	525.8



[Signature]
ESPECIALISTA EN SUELOS
PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"



[Signature]
Ingeniero Civil
R. I. P. 45664

CONCRETE
CONSEJERIA TECNICA
UNIDAD H01 1001218-02368

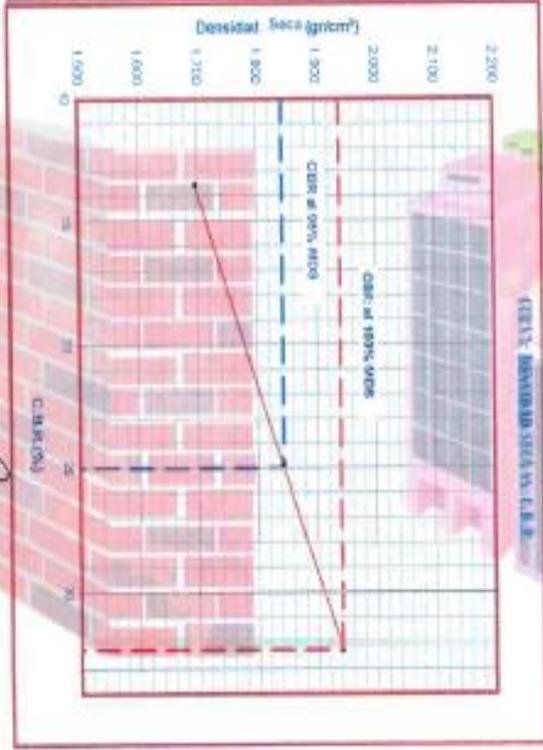
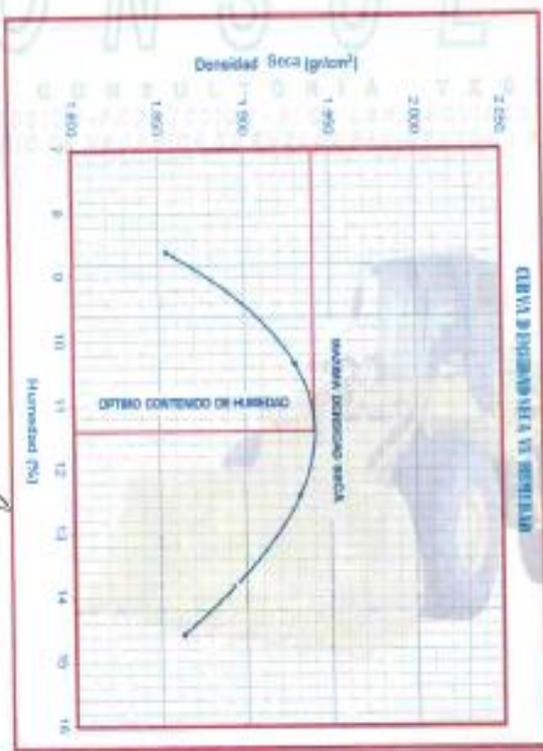
**LABORATORIO DE MATERIAS
 DE HIELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES**

ANEXOS PAU
PROYECTO
PROGRAMA
ASOCIACION
FECHA

- 1. Casa Josue Camachoqui Cochara y Jonathan Saven Rivera Cervantes
- 2. TRABAJOS DE INVESTIGACION (Prest.)
- 3. Calle Andes Arellano Cochara
- 4. C/ta Josue Camachoqui Cochara y Jonathan Saven Rivera Cervantes
- 5. 23/03/2021

ENSAYO CALIBRACION RELATIVO C.E.H.33 - AREA 01023

Máxima Densidad seca (gr/cm³) : 1,94
 Coeficiente de Variación de la humedad (%) : 11,4
 CBR al 100% de la MDR (%) : 32,2
 CBR al 120% de la MDR (%) : 25,0



[Firma]
**INGENIERO EN CIENCIAS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO
 CONSULTEC**



[Firma]
Ing. Verónica B. Basso
 Ingeniera en
C.E.H. 41234

ANALISIS - GRANULOMETRICO
NTP 339.126 - ASTM D 422

SOLICITA: Gino Jose Camarillo Quiroz

FECHA: 23 de Mayo del 2021

Jhonatan Elyan Rivera Contreras

PROYECTO: Trabajo de Investigación (TERR)

SECTOR:

Calle Andres Bello Caracas

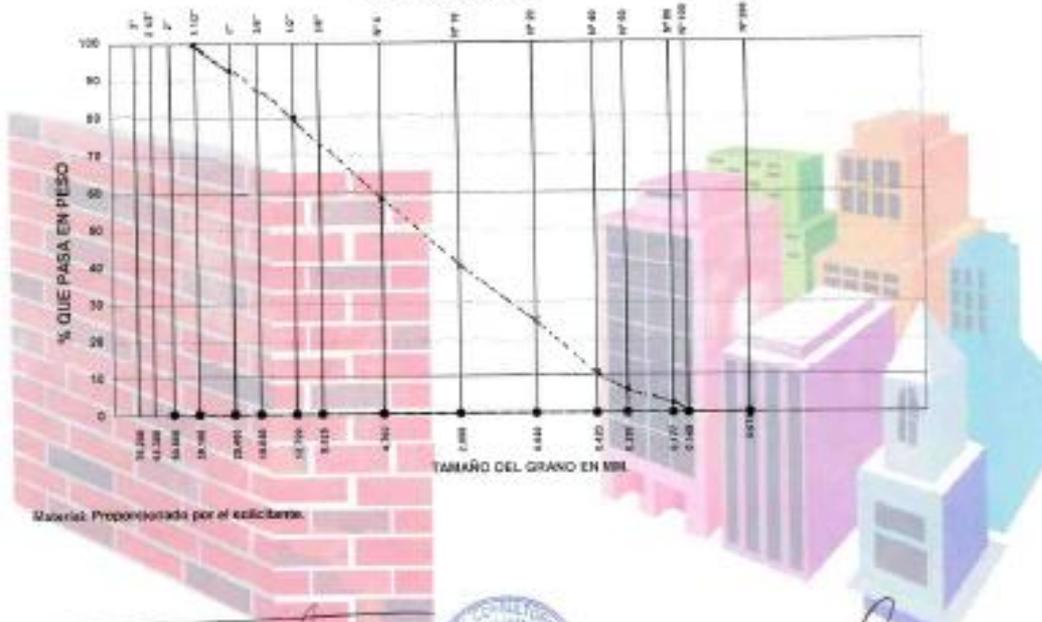
Muestra, con 7% de

PROCEDECIA MATERIAL: Mezcla material + cenizas de madera

GENZA de Madera

TAMICES ASTM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFI- CACIONES	Tamaño Máximo 2"
5"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						Peso Inicial = 4.300.00 grs.
1"	25.400	321.5	7.5	7.5	92.5		Caras Fract. = "..." %
3/4"	19.000	144.3	3.4	10.9	89.1		Peso Especifico = "..." g/m ³
1/2"	12.700	404.4	9.4	20.3	79.7		Límite Líquido = 45.25 %
3/8"	9.500	243.4	5.7	26.0	74.0		Límite Plástico = 42.82 %
1/4"	6.300	411.2	9.6	35.6	64.4		Índice Plástico = 2.83 %
Nº 4	4.750	284.2	6.6	42.2	57.8		Clasif. SUCS = GC-CL
Nº 8	2.000	593.1	13.8	56.0	44.0		Clasif. AASHTO = A-2-4
Nº 10	1.750	157.9	3.9	60.9	40.1		Observaciones: "..."
Nº 16	1.180	474.4	11.0	70.9	29.1		
Nº 20	0.850	239.0	5.6	76.5	23.5		No Contiene Mat. Orgánica "..."
Nº 30	0.600	240.8	5.6	82.1	17.9		Por. Chutas y Alargados "..."
Nº 40	0.425	280.7	6.5	88.6	11.4		
Nº 50	0.297	244.5	5.7	94.3	5.7		
Nº 60	0.250	168.7	3.9	98.2	1.8		Peso Fino = 2.491.00 grs.
Nº 100	0.149	57.9	1.3	99.5	0.5		Peso Grava = 1.809.00 grs.
Nº 200	0.075	22.6	0.5	100.0	0.0		Peso Fracción = "..." grs.
PAN		1.8	0.0	100.00	"..."		
TOTAL		4.300.00					

MALLAS US STANDARD



[Signature]
Especialista en SUELOS
PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"



[Signature]
Benito Vega Miguens
Ingeniero Civil
C.I.P. 41654

ENSAYO DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339.140 - ASTM D 4318

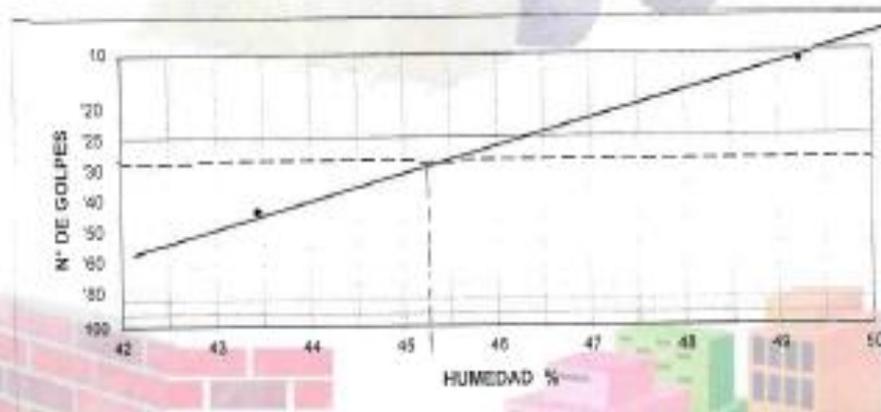
SOLICITA : Gino Jose Carrascosal Coolibar,
Jonathan Steven Rivera Cervantes.
PROYECTO: Trabajo de Investigacion, (TESIS).
Calle: Andres Bello Caceres

FECHA : 23 de Marzo del 2021.

SECTOR :
Muestra con 7% de
Ceniza de madera.

PROCEDENCIA MATERIAL : Muestra de material + ceniza de madera

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
N° de Golpes	12	34		
Tarro N°	03	10	07	08
Suelo Humedo + Tarro	59.69	47.62	48.37	48.75
Suelo Seco + Tarro	56.14	45.64	46.29	48.73
Peso del Agua	3.55	1.98	2.06	2.02
Peso del Tarro	48.94	41.08	41.42	41.98
Peso del Suelo Seco	7.20	4.56	4.87	4.75
% de Humedad	49.30	43.42	42.71	42.53
L.L. =	45.25 %	L.P. = 42.62 %	L.P. = 2.63 %	



OBSERVACIONES : El material fue proporcionado por el solicitante
CLASIFICACION DEL SUELO :
SUCS : GC-CL.- Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla,
 Arcillas inorgánicas de baja o regular plasticidad.
AASHTO : A-2-4.- Grava y arenas limosas o arcillosas.
 Valor general como arciento bueno.

[Signature]
CONSULTEC
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO



[Signature]
Genilo Vega Miguens
 Ingeniero Civil
 C.I.T. 41264

Jr. Echazúte N° 960 - Huancavelica - Oficina Consultec.

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

ASTM D1883

PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (tesis)
 Calle Andres Avelino Caberes

ANOTADO: Gino Jose Camacho Quiroz y Jonathan Steven Rivera Cervantes

ENCUENTRO: Temeno Natural

PROYECTO: Calle Andres Avelino Caberes

PROYECTO: ...

ETAPA: CBR, añadiendo ceniza de madera 13%

FECHA: 23/03/2021

CADENA: ...

PROYECTO: M-1

CANTERA: ...

TIPO DE

LADRILLO: ...

COMPACTACION

molde N°	N°2		2005	
Prueba N°	1	2	1	2
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compacto (gr)	10360.0	9960.0	9560.0	9160.0
Peso del molde (gr)	3120.0	3120.0	3120.0	3120.0
Peso suelo compacto (gr)	7240.0	6840.0	6440.0	6040.0
Volumen del Molde (cm ³)	2105.8	2105.8	2105.8	2105.8
Densidad Humida (gr/cm ³)	3.437	3.243	3.057	2.867
Densidad seca (gr/cm ³)	2.712	2.567	2.460	2.317

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba N°	1	2	3	4
Tara N°	5	6	7	8
Tara + suelo humedo (gr)	199.0	210.0	187.0	198.0
Tara + suelo seco (gr)	177.0	188.0	171.0	182.0
Peso del agua (gr)	22.0	22.0	16.0	16.0
Peso de tara (gr)	35.7	35.8	35.8	35.9
Peso suelo seco (gr)	141.3	152.2	135.2	146.1
Contenido de humedad (%)	15.57	17.54	18.20	21.75
Densidad seca (gr/cm ³)	1.712	1.707	1.705	1.717

COMPACTACION CBR

COMPACTACION

Prueba N°	1	2	3
N° de capas	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11400.0	11210.0	11017.0
Peso del molde (gr)	3120.0	3120.0	3120.0
Peso suelo compacto (gr)	8280.0	8090.0	7897.0
Volumen del Molde (cm ³)	2105.8	2105.8	2105.8
Densidad Humida (gr/cm ³)	3.928	3.841	3.748
Densidad seca (gr/cm ³)	3.101	3.029	2.950

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba N°	1	2	3
Tara N°	1	2	3
Tara + suelo humedo (gr)	170.00	180.00	188.00
Tara + suelo seco (gr)	140.00	150.00	151.00
Peso del agua (gr)	30.00	30.00	37.00
Peso de tara (gr)	35.70	35.75	35.70
Peso suelo seco (gr)	104.30	115.00	115.00
Contenido de humedad (%)	28.27	26.07	32.17
Densidad seca (gr/cm ³)	1.500	1.629	1.550

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayo Proctor Modificado Metodo C		
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.77	(gr/cm ³)
Óptimo Contenido de Humedad (%)	18.1	%
Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración		
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. :	26.9	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. :	20.5	%
Expansión (%)	Presencia	1.4

[Firma]
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO
 "CONSULTEC"



[Firma]
 Daniel Vega
 Ingeniero Civil
 C. I. P. 41054

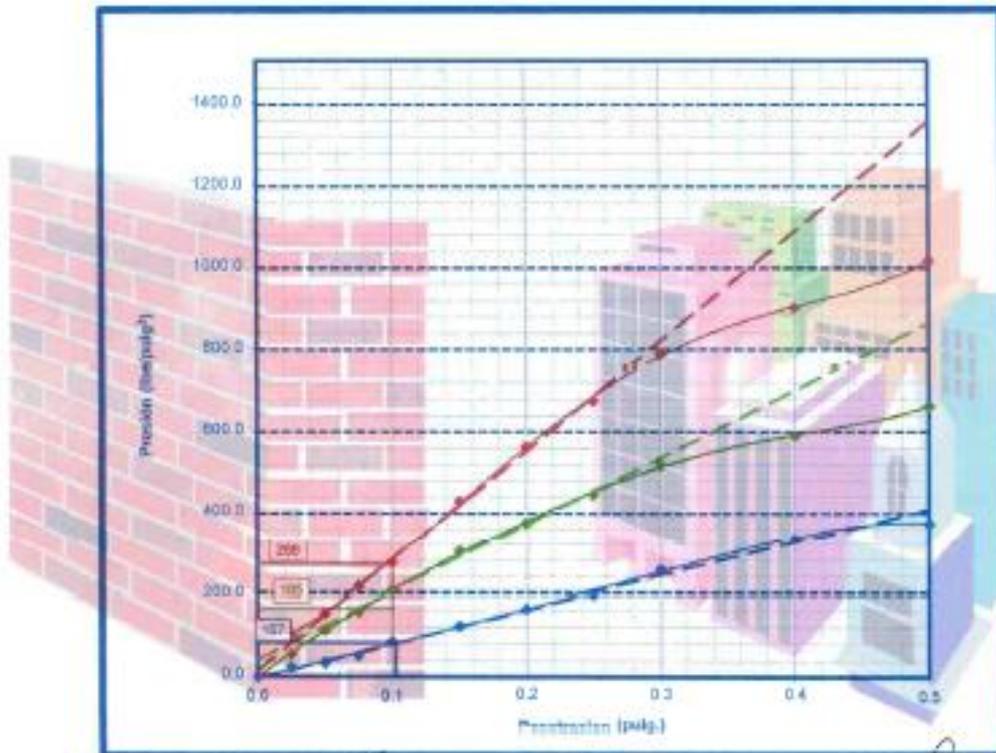
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

SOLICITADO: Gino Josue Camacilianqui Coallar y Jhonatan Steven Rivera Cervantes
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (tesis)
 Calle Andres Avelino Caceres

UBICACION: Terrano Natural
FECHA: 23/03/2021

CANTERA **_**
PROG. **_**

CORRECCION	50.904	25 GOLPES	25 GOLPES	25 GOLPES
PENETRACION	PRESSION	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
EN PULG	PATRON	DIAL	Correccion	DIAL
0.025		30.0	100.0	35.0
0.050		45.0	156.6	53.0
0.075		60.0	216.4	75.0
0.100	1000	80.0	274.8	100.0
0.150		120.0	429.3	150.0
0.200	1500	164.0	563.3	200.0
0.250		197.0	676.8	250.0
0.300	1900	230.0	790.0	300.0
0.400	2300	263.0	903.3	350.0
0.500	2600	296.0	1.016.7	400.0



[Signature]
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
 "CONSULTEC"



[Signature]
 Danilo Vera Jimenez
 Ingeniero Civil
 C. E. P. 41054

CONCRETE CONSULTORIA TECNICA
 VIAL RDIC 100021892665

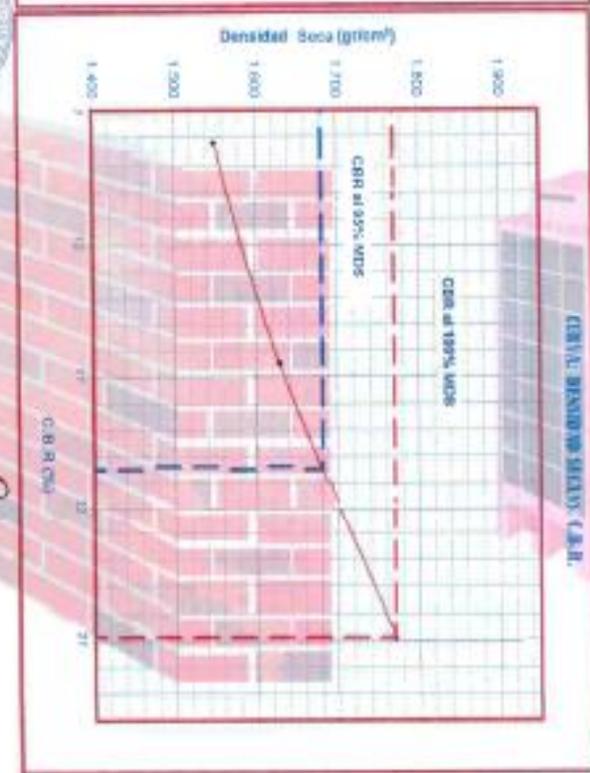
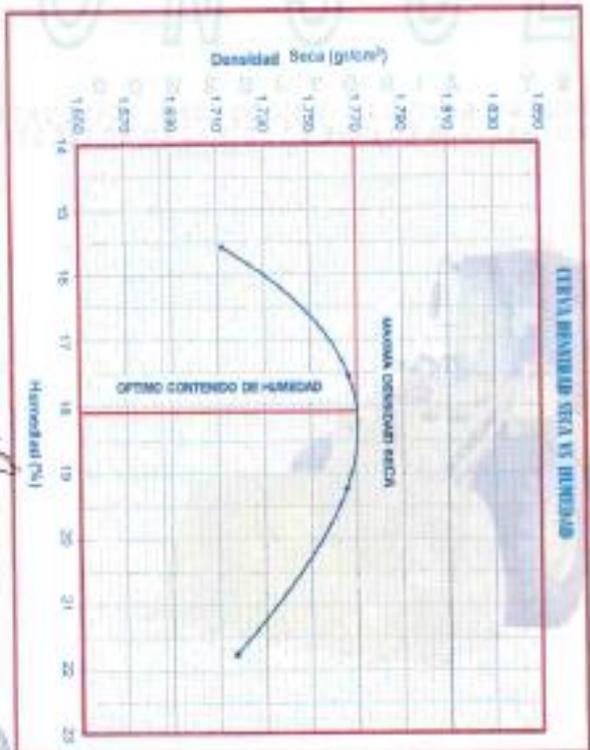
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITANTE
PROYECTO
PARCELA
UBICACION
FECHA

Geno Jesus Camacho y Castro y Jonsson Steven Rivera Dominguez
 TRABAJO DE INVESTIGACION (tesis)
 Calle Andres Bello de Caracas
 Calle Andres Bello de Caracas
 Torreon, Tamaulipas

ENSAYO CALIBRACION HALLSBERG RATIO (C.A.B.) - ASTM D1555

Módulo (Densidad seca (gr/cm³))
 Optimo (Contenido de humedad (%))
 CBR al 100% en la MDS (%)
 CBR al 95% en la MDS (%)
 1.77
 18.4
 26.9
 20.5



[Signature]
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA
 ESPECIALIDAD EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES Y ASISTENTE
 "CONSULTEC"



[Signature]
 Ricardo Vega Salgado
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA
 ESPECIALIDAD EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES Y ASISTENTE
 "CONSULTEC"
 C.P. 41954

ANALISIS GRANULOMETRICO
NTP 339.128 - ASTM D 422

SOLICITA: Gino Jose Carrizbalqui Coeffler,

Jhonatas Steven Rivera Delvante,

PROYECTO: Trabajo de Investigacion, (FESES).

Calle: Andres Bello Caracas

PROCEDENCIA MATERIAL: Mezcla material + ceniza de madera

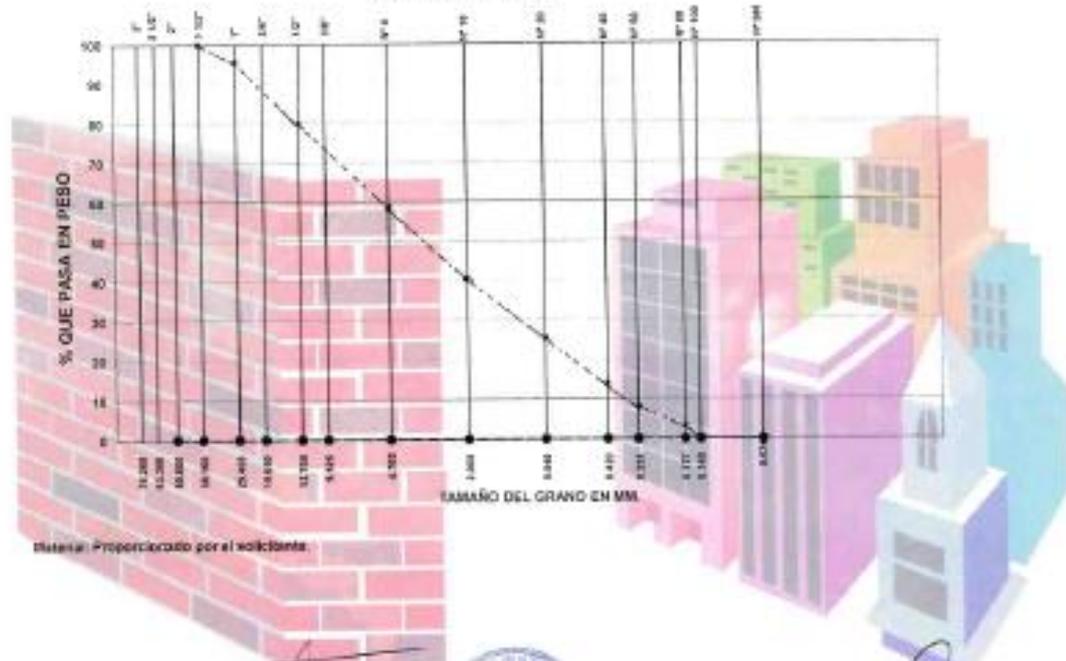
FECHA: 23 de Marzo del 2021.

SECTOR:

Muestra, con 15% de
CENIZA de Madera.

TAMICES ASTM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	Nº RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECI- FICACIONES	Tamaño Máximo 2"
3"	76.200						Descripcion de la Muestra
2 1/2"	63.500						Peso Inicial = 4.400,00 grs.
2"	50.800						Carga Frict. = **,** %
1 1/2"	38.100						Peso Especifico = **,** g/grs
1"	25.400	202,0	4,5	4,5	95,5		Límite Líquido = 55,24 %
3/4"	19.050	325,0	7,4	11,9	88,1		Límite Plástico = N.P. %
1/2"	12.700	382,0	8,7	20,6	79,4		Índice Plástico = N.P. %
3/8"	9.525	244,5	5,6	26,2	73,8		Clasif. SUCS = OC-CL
1/4"	6.350	415,5	9,5	35,7	64,3		Clasif. ASTM D = A-2-4
Nº 4	4.750	281,8	6,4	42,1	57,9		Observaciones: *****
Nº 8	2.000	559,3	12,5	55,0	45,0		No Contiene Mat. Orgánica. **
Nº 10	1.750	175,4	4,0	59,0	41,0		Part. Chatas y Alargadas **
Nº 16	1.180	489,0	10,5	69,5	30,4		
Nº 20	840	242,0	5,4	75,0	25,0		
Nº 30	600	243,2	5,5	80,5	19,5		
Nº 40	425	291,0	6,6	87,1	12,9		
Nº 60	250	200,7	4,6	91,7	8,3		
Nº 80	175	242,0	5,5	97,2	2,8		Peso Fino = 2.550,10 grs.
Nº 100	150	73,0	1,6	99,0	1,0		Peso Grava = 1.849,90 grs.
Nº 200	75	40,0	0,9	99,9	0,1		Peso Fracción = **,** grs.
PAN		3,5	0,1	100,00	**,**		
TOTAL		4.400,00					

MALLAS US STANDARD



Muestra: Proportcionada por el solicitante.

Jr. Estanque N°140 - Barrio San Clemente - Oficina - Consultec - Huancavelica.

[Signature]
Especialista en SUELOS
PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"



[Signature]
Danilo Vega Miguens
Ingeniero en S
C. L.P. 41054

ENSAYO DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339.140 - ASTM D 4318

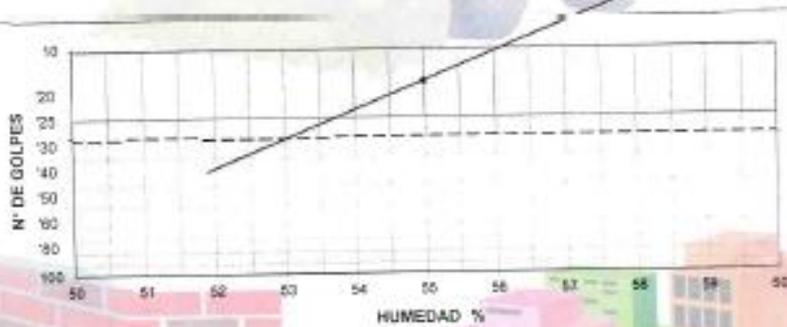
SOLICITA : Gino Josué Camacho Quiroz,
Jonathan Steven Rivera Cervantes,
PROYECTO: Trabajo de Investigación, (TESIS),
Calle: Andrés Bello Cáceres.

FECHA : 23 de Marzo del 2021.

SECTOR :
Muestra con 12% de
Cenizas de madera.

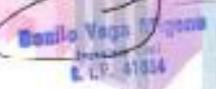
PROCEDECENCIA MATERIAL : Muestra de material + cenizas de madera.

N° de Golpes	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
	W _L (%)	W _p (%)	W _L (%)	W _p (%)
Tarro N°	04			
Suelo Humedo + Tarro	55.67			
Suelo Seco + Tarro	53.14		N.P.	N.P.
Peso del Agua	2.53			
Peso del Tarro	48.55			
Peso del Suelo Seco	4.58			
% de Humedad	55.24			
L.L. =	55.24	%	LP. =	N.P. %
			LP. =	N.P. %



OBSERVACIONES : El material fue proporcionado por el solicitante.
CLASIFICACION DEL SUELO :
SUCS : GC-CL- Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla;
Arcillas inorgánicas de baja o regular plasticidad.
AASHTO : A-2-4- Grava y arenas limosas o arcillosas.
Valor general como cemento bueno.

[Signatures and Stamps]


 Jn. Edmundo N° 140, Surco - Oficina Consultec.

CONSULTORIA

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE ANDRES AVELINO CACERES

ALUMNO: Gino Josue Camedlanqui Coflar y Jhontan Steven Rivera Cervantes

UBICACION: Terreno Natural

PROYECTANTE: Calle Andres Avelino Caceres

PROYECTO: -- --

ESTADO: CBR, añadiendo ceniza de madera 15%

FECHA: 23/03/2021

CANTIDAD: / -- --

ANEXO: / M-1

CANTIDAD: 2 -- --

BOCINA PMB: 2 -- --

LADO: -- --

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO METODO "C"

COMPACTACION

molde N°	N°2			
	1	2	3	4
Prueba N°				
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	55	55	55	55
Peso del molde + suelo compacto (gr)	2132.0	2172.0	2095.0	2120.0
Peso del Molde (gr)	5125.0	5127.0	5125.0	5125.0
Peso suelo compacto (gr)	4073.0	4047.0	4490.0	4300.0
Volumen del Molde (cm ³)	2160.0	2160.0	2160.0	2160.0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.885	1.874	2.078	1.991
Densidad seca (gr/cm ³)	1.445	1.754	1.756	1.657

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba N°	1 2 3 4			
	Tara N°	13	14	15
Tara + suelo húmedo (gr)	188.0	177.0	180.0	158.0
Tara + suelo seco (gr)	154.0	153.0	144.0	134.0
Peso del agua (gr)	24.0	24.0	25.0	25.0
Peso de tara (gr)	27.0	27.5	26.1	26.9
Peso suelo seco (gr)	137.0	126.5	118.0	107.2
Contenido de humedad (%)	17.52	18.19	21.20	23.35
Densidad seca (gr/cm ³)	1.648	1.754	1.756	1.667

COMPACTACION CBR

COMPACTACION

Prueba N°	1 2 3		
	N° de capas	5	5
N° de golpes por capa	55	55	55
Peso del molde + suelo compacto (gr)	11852.0	11381.0	11265.0
Peso del Molde (gr)	7119.0	7020.0	7130.0
Peso suelo compacto (gr)	4467.0	4361.0	4106.0
Volumen del Molde (cm ³)	2120.0	2120.0	2120.0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2.104	2.057	1.934
Densidad seca (gr/cm ³)	1.785	1.782	1.611

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba N°	1 2 3		
	Tara N°	5	11
Tara + suelo húmedo (gr)	145.00	154.00	132.00
Tara + suelo seco (gr)	127.00	132.00	119.00
Peso del agua (gr)	18.00	22.00	14.00
Peso de tara (gr)	25.70	25.15	26.10
Peso suelo seco (gr)	91.30	106.85	79.90
Contenido de humedad (%)	19.72	20.70	17.63
Densidad seca (gr/cm ³)	1.785	1.782	1.611

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayo Proctor Modificado Metodo C		
Máxima Densidad Seca: (gr/cm ³)	1.76	%
Óptimo Contenido de Humedad: (%)	20.8	%
Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración		
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. :	25.6	%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. :	17.0	%
Expansión (%)	presente	2.2

[Firma]
Especialista en SUELOS
PAVIMENTOS Y ASFALTO
CONSULTEC



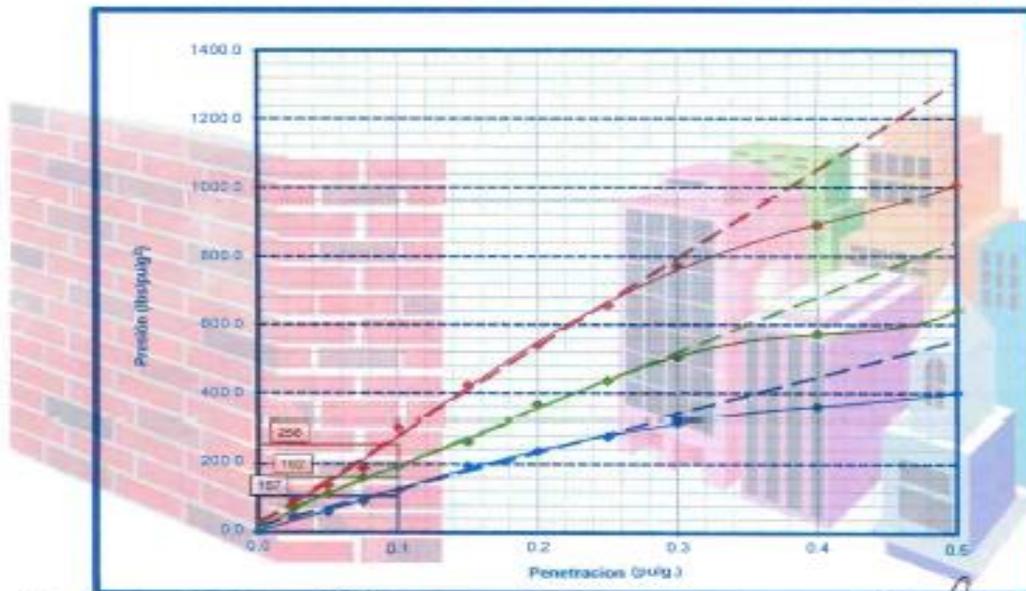
[Firma]
Benito Vega
Ingeniero Civil
C.I.P. 41654

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

SOLICITADO: Gino Josue Camacilianqui Coallar y Jhordan Steven Rivera Cervantes
PROYECTO: TRABAJO DE INVESTIGACION (TESIS) CALLE ANDRES AVELINO CACERES
UBICACION: Terreno Natural **CANTON:** **,**
FECHA: 23/03/2021 **PROG.:** **,**

PENETRACION Y GRAFICO C.B.R

CORRECCION	10.304	54 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES		
		MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		
		EN PULS	PRESION PATRON	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion	DIAL
0.025			27.0	92.7	20.0	66.7	12.0	44.7
0.050			41.0	140.8	33.0	113.3	18.0	61.8
0.075			53.0	188.8	47.0	161.8	27.0	92.7
0.100	1000		93.0	306.7	58.0	190.3	36.0	123.6
0.150			123.0	422.5	77.0	264.5	57.0	195.8
0.200	1500		157.0	538.2	107.0	367.6	69.0	237.0
0.250			191.0	655.0	137.0	437.2	81.0	278.2
0.300	1800		225.0	772.8	167.0	504.9	93.0	319.4
0.400	2300		259.0	889.6	197.0	573.6	105.0	360.6
0.500	2800		293.0	1.006.4	227.0	642.3	117.0	401.8



[Signature]
 Ing. JORGE ALBERTO TORRES DIAZ
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 PAVIMENTOS Y ASFALTO
 "CONSULTEC"



[Signature]
 Danilo Vega Vargas
 C. I. P. 41604

CONCRETE CONSULTORIA TECNICA
VIAJES REC 00022092668

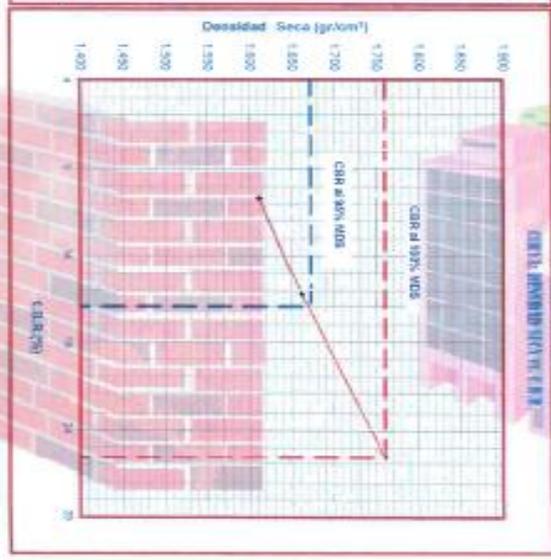
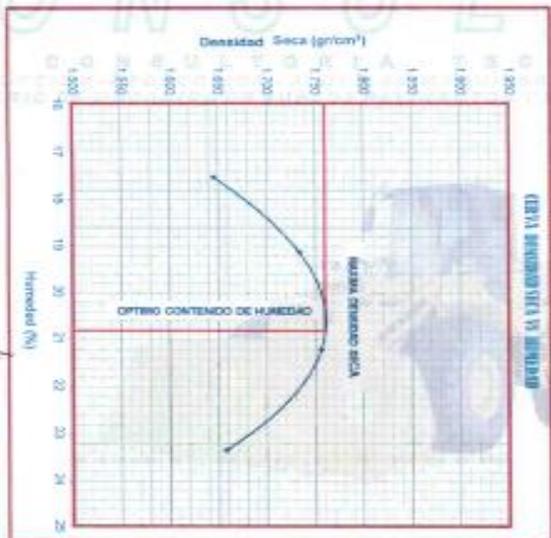
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO PARA
PAVIMENTO
ANALISIS
TERRESTRE

Dire: Jaime Castañedaqui Cordero y Araceli Sotelo Rivera Cordero
TRABAJO DE INVESTIGACION (Tesis) CAL F. ANDRES AVELINO CACERES
Calle Andres Bello Caracas
Torre: Natural
25002102

ENSAYO CALIBRACION HERRAJES METAL (ACEROS) - MESA DE ENSAYO

Módulo de Elasticidad (GPa)	1.76
Coeficiente de Poisson (ν)	0.20
GR al 100% de la MDS (%)	25.5
GR al 95% de la MDS (%)	17.9



[Signature]
INGENIERO EN CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCION
CONSULTEC



[Signature]
S.L.P. 01884

ANALISIS - GRANULOMETRICO
NTP 339.128 - ASTM D 422

SOLICITA: Gino Jose Carrasquin Collier,
Jhonatan Siven Rivera Carvajal,
PROYECTO: Trabajo de Investigacion, (78545)
Calle: Andres Bello Caracas

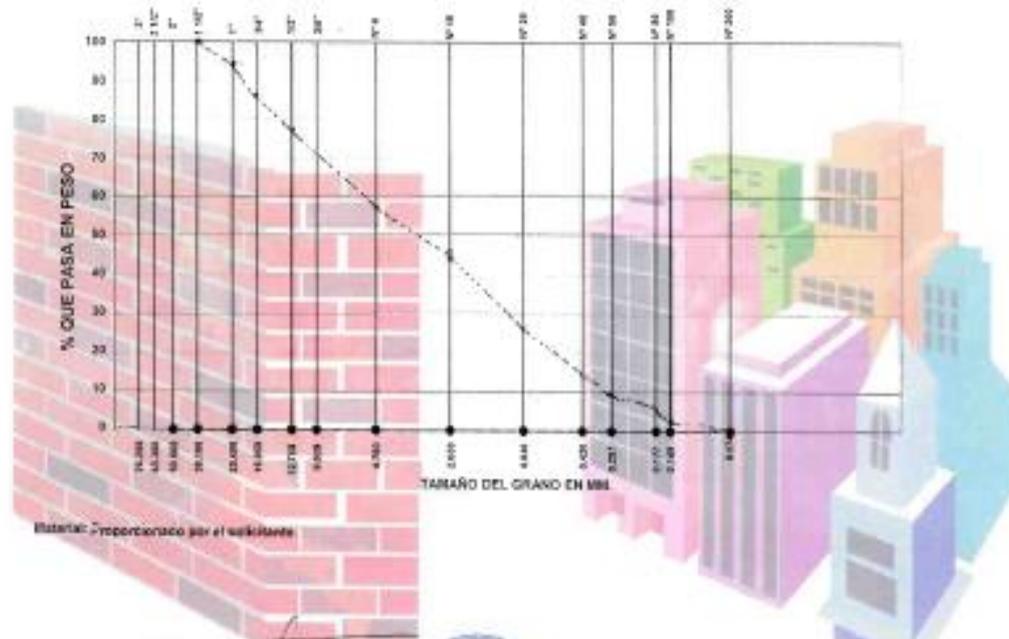
FECHA: 23 de Marzo del 2021.

SECTOR:
Muestra, con 18% de
CENIZA de Madera.

PROCEDENCIA MATERIAL: Mezcla material + ceniza de madera.

TAMICES ASTM	Abertura en mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	Tamaño Máximo 2"
3"	76.203						
2 1/2"	63.503						
2"	50.803						
1 1/2"	38.103						Peso Inicial = 4.500.00 grs.
1"	25.403	280.0	6.2	6.2	93.8		Gras Fract. = "N.P." %
3/4"	19.003	342.0	7.6	13.8	86.2		Peso Especifico = "N.P." gr/cc
1/2"	12.503	401.4	8.9	22.7	77.3		Límite Líquido = 53.96 %
3/8"	9.525	236.2	5.2	27.9	72.1		Límite Plástico = N.P. %
1/4"	6.353	383.3	8.6	36.5	63.5		Índice Plástico = N.P. %
Nº 4	4.750	275.2	6.1	42.6	57.4		Clasif. SUCS : GC-CL
Nº 8	455.5	10.1	52.7	47.3			Clasif. AASHTO : A-2-4
Nº 10	2.000	163.6	3.8	96.5	43.5		Observaciones : (200000)
Nº 16	539.0	12.0	88.5	31.5			
Nº 20	0.840	254.3	5.7	74.2	25.8		No Contiene Mat. Orgánica. "N.P."
Nº 30	247.4	6.6	76.7	20.3			Part. Chales y Alargadas "N.P."
Nº 40	0.420	299.7	6.4	86.1	13.9		
Nº 50	0.297	218.6	4.9	91.0	9.0		
Nº 80	0.177	239.0	5.3	96.3	3.7		
Nº 100	0.149	96.5	2.1	98.4	1.6		Peso Fijo = 2.576.90 grs.
Nº 200	0.075	67.3	1.5	99.9	0.1		Peso Gras = 1.923.10 grs.
PAN	4.0	0.1	100.00	"N.P."			Peso Fracción = "N.P." grs.
TOTAL		4,500.00					

MALLAS US STANDARD



Jhonatan Siven Rivera Carvajal
Especialista en Suelos
Pavimentos y Asfalto
"CONSULTEC"

Sanito Vega Riquena
Ingeniero Civil
C. I. P. 41054

ENSAYO DE CONSISTENCIA O LIMITES DE ATTERBERG
NTP 339.140 - ASTM D 4318

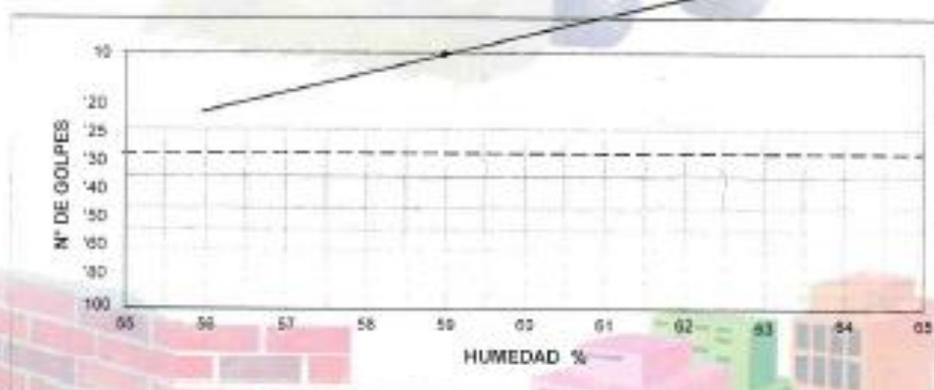
SOLICITA : Gino Josea Gonzalezqui Croffier,
Jhonatan Steven Rivera Gonzalez.
PROYECTO: Trabajo de Investigacion, (TESIS)
Calle: Andres Bello Caonao

FECHA : 23 de Marzo del 2021.

SECTOR :
Muestra con 18% de
Ceniza de madera.

PROCEDENCIA MATERIAL : Muestra de material + ceniza de madera.

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
	W _L (%)	U (%)	W _P (%)	U (%)
N° de Golpes	10			
Tarro N°	01			
Suelo Humedo + Tarro	55.57			
Suelo Seco + Tarro	52.78		N.P.	N.P.
Peso del Agua	3.09			
Peso del Tarro	47.54			
Peso del Suelo Seco	5.24			
% de Humedad	58.96			
L. L. =	58.96	%	L.P. =	N.P. %
			I.P. =	N.P. %



OBSERVACIONES : El material fue proporcionado por el solicitante

CLASIFICACION DEL SUELO :

SUCS : GC-CL- Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.

Arcillas inorgánicas de baja o regular plasticidad.

AASHTO : A-2-4- Grava y arenas limosas o arcillosas.

Valor general como concreto bueno.

[Signatures and stamps]

CONSULTEC
SPECIALISTAS EN LOS
PAVIMENTOS Y ASFALTO
CONSULTEC

CONSULTEC
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Geoffrey Vega Mijangos
Ingeniero Civil
R.C. 40334

Jr. Echenique N° 140, Miraflores - Oficina Consultec.

Anexo 6: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE ENSAYOS



NEX IMPORT S.A.C.
Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
Telefax: (511) 383-2393 Nextel: 823*2574 RPM: #693468 RPC: 949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 68 – 2019

Página : 1 de 1

Expediente : T 065 – 2019
Fecha de Emisión : 2019 -08- 02

1. **Solicitante** : CONSULTTECVH EIRL.
: VICTOR HUGO AROPAZA DIAZ
Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica

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

2. **Instrumento de Medición** : TAMIZ
Tamiz N° : 2°
Diámetro de Tamiz : 8°
Marca : ELE INTERNACIONAL
Serie : 11195060

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

3. **Lugar y fecha de Calibración**
LABORATORIOS DE NEX IMPORT S.A.C
01 – AGOSTO – 2019

NEX IMPORT S.A.C. no se Serie responsabilidad de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. **Método de Calibración**
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1098 - 2019	INACAL - DM



6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.7	21.4
Humedad %	57	57

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERRO	DEVIACION ESTANDAR MAXIMA	DEVIACION ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	MM
5.08	56.12	90.01	56.23	50.25	58.52	50.42	50.36	59.40	56.34	50.26	58.80	0.16	-	0.142

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com



NEX IMPORT S.A.C.
 Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
 Telefax:(511) 383-2393 Nextel:823*2574 RPM:#693468 RPC:949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 069 – 2019

Página 1 de 1

Expediente : T 065 – 2019
 Fecha de Emisión : 2019 -08- 02

1. **Solicitante** : CONSULTTECVH EIRL.
 : VICTOR HUGO AROPAZA DIAZ
 Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica

2. **Instrumento de Medición** : TAMIZ
 Tamiz N° : 1 1/2"
 Diámetro de Tamiz : 8"
 Marca : ELE INTERNACIONAL
 Serie : 093410027

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

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

3. **Lugar y fecha de Calibración**
 LABORATORIOS DE NEX IMPORT S.A.C.
 01 – AGOSTO – 2019

NEX IMPORT S.A.C. no se hace responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. **Método de Calibración**
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. **Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1098 - 2018	INACAL - DM



6. **Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.5	21.7
Humedad %	57	57

7. **Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. **Resultados**

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR MAxima	DESVIACION ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
37,50	36,82	36,76	36,88	36,84	37,12	36,79	36,85	36,76	36,68	36,92	37,50	-0,58	-	0,199
36,78	37,23													

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
 Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com



NEX IMPORT S.A.C.

Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
Telefax:(511) 383-2393 Nextel:823*2574 RPM:#693468 RPC:949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 070 – 2019

Página 1 de 1

Expediente : T 065 – 2019
Fecha de Emisión : 2019 -08- 02

1. Solicitante : CONSULTTECVH EIRL
: VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz : 1"
Diámetro de Tamiz : 8"
Marca : ELE INTERNACIONAL
Serie : 11414718

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIOS DE NEX IMPORT S.A.C
01 – AGOSTO – 2019

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1098 - 2018	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.5	21.4
Humedad %	57	57

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DEVIACION ESTANDAR MAXIMA	DEVIACION ESTANDAR
mm														
25,74	25,45	25,42	25,78	25,48	25,78	25,68	25,72	25,68	25,78	25,68	25,00	0,68	-	0,153
25,75	25,61	25,67	26,74	25,78	25,86	25,75	25,80	26,23	25,78					
25,68	25,69	25,64	25,58	25,75	25,95	25,64	25,64	25,55	25,65					
25,71	25,65	25,45	25,74	25,65	25,85	25,68	25,45	25,66	25,45					
26,22	26,65	25,86	25,52	25,63	25,65	25,69	25,42							



Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com



NEX IMPORT S.A.C.
 Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
 Telefax:(511) 383-2393 Nextel:823*2574 RPM:#693468 RPC:949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 071 – 2019

Página : 1 de 1

Expediente : T 065 – 2019
 Fecha de Emisión : 2019 -08- 02

1. **Solicitante** : CONSULTTECVH EIRL
 : VICTOR HUGO AROPAZA DIAZ
 Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica

2. **Instrumento de Medición** : TAMIZ
 Tamiz : 40"
 Diámetro de Tamiz : 8"
 Marca : ELE INTERNACIONAL
 Serie : 09516681

3. **Lugar y fecha de Calibración**
 LABORATORIOS NEX IMPORT S.A.C.
 01 – AGOSTO – 2019

4.

5. **Método de Calibración**
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

6. **Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1098 - 2018	INACAL - DM

7. **Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.5	21.3
Humedad %	57	57

8. **Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

9. **Resultados**

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	EXCEN	DEVIACION ESTANDAR MAXIMA	DEVIACION ESTANDAR
mm														
19,40	19,35	19,45	19,42	19,41	19,39	19,44	19,38	19,27	19,61	19,40	0,20	0,40	0,446	0,168
19,29	19,18	19,26	19,42	19,36	19,37	19,28	19,35	19,35	19,48					
19,62	19,58	19,50	19,62	19,71	19,45	19,57	19,61	19,25	19,24					



Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
 Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com



NEX IMPORT S.A.C.
 Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
 Telefax: (511) 383-2393 Nextel: 823*2574 RPM: #693468 RPC: 949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 072 – 2019

Página : 1 de 1

- Expediente : T 065 – 2019
 Fecha de Emisión : 2019 -08- 02
1. Solicitante : CONSULTECVH EIRL
 : VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
 Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica
2. Instrumento de Medición : TAMIZ
 Tamiz : 1/2"
 Diámetro de Tamiz : 8"
 Marca : ELE INTERNACIONAL
 Serie : 06307326
3. Lugar y fecha de Calibración
 LABORATORIOS DE NEX IMPORT S.A.C.
 01 – AGOSTO – 2019

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

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

NEX IMPORT S.A.C. no se Será responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. Método de Calibración
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1098 - 2018	INACAL - DM



6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.5	21.4
Humedad %	57	57

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR MAXIMA	DESVIACION ESTANDAR
mm														
13,44	13,63	14,28	13,56	13,72	13,60	13,46	14,32	14,12	14,08	13,73	12,50	1,21	0,160	0,201
13,64	13,56	13,65	13,75	14,12	14,76	13,75	13,88	14,12	13,82					
13,62	13,52	14,11	13,75	13,89	13,42	14,13	14,30	13,66	13,72					

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
 Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com



NEX IMPORT S.A.C.
 Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
 Telefax:(511) 383-2393 Nextel:823*2574 RPM:#693468 RPC:949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LL – 073 – 2019

Página : 1 de 1

Expediente : T 065 – 2019
Fecha de Emisión : 2019 -08- 02

1. Solicitante : CONSULTECVH EIRL
 : VICTOR HUGO AROPAZA DIAZ
Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz : 3/8"
Diámetro de Tamiz : 8"
Marca : ELE INTERNACIONAL
Serie : 11174876

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

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

NEX IMPORT S.A.C. no se hace responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
 LABORATORIOS NEX IMPORT S.A.C.
 01 – AGOSTO – 2019

4. Método de Calibración
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1098 - 2018	INACAL - DM



6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.4	21.7
Humedad %	58	58

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR MAXIMA	DESVIACION ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	MM
9,94	9,88	9,82	9,76	9,88	9,98	9,95	9,75	9,58	9,86	9,90	9,90	0,30	0,237	0,183
9,78	10,03	9,89	8,89	9,78	9,89	9,89	9,57	9,86	9,85					
9,85	8,85	9,46	9,72	9,69	9,90	9,50	9,75	10,01	9,85					

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
 Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com



NEX IMPORT S.A.C.
 Compromiso, Calidad y Servicio Técnico Garantizado
 Telefax:(511) 383-2393 Nextel:823*2574 RPM:#693468 RPC:949238025

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 074 – 2019

Página : 1 de 1

Expediente : T 065 – 2019
 Fecha de Emisión : 2019 -08- 02

1. Solicitante : CONSULTTECVH EIRL.
 : VICTOR HUGO AROPAZA DIAZ
 Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
 Tamiz : 1/4"
 Diámetro de Tamiz : 8"
 Marca : ELE INTERNACIONAL
 Serie : 10456816

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
 LABORATORIOS NEX IMPORT S.A.C.
 01 – AGOSTO – 2019

4. Método de Calibración
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1098 - 2018	INACAL - DM



6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.4	21.7
Humedad %	58	58

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR MAXIMA	DESVIACION ESTANDAR
mm														
9.34	9.88	9.92	9.78	9.68	9.58	9.85	9.75	9.58	9.85	9.80	9.50	0.30	0.297	0.217
9.78	10.02	9.89	9.88	9.76	9.89	9.89	9.87	9.80	9.85					
9.85	9.85	9.45	9.72	9.65	9.95	9.58	9.75	10.00	9.85					

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
 Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 075 – 2019

Página : 1 de 1

Expediente : T 065 – 2019
 Fecha de Emisión : 2019 -08- 02

1. **Solicitante** : CONSULTTECVH EIRL
 : VICTOR HUGO AROAZA DIAZ
 Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica

2. **Instrumento de Medición** : TAMIZ
 Tamiz Nº : 4
 Diámetro de Tamiz : 8"
 Marca : ELE INTERNACIONAL
 Serie : 11235150

3. **Lugar y fecha de Calibración**
 LABORATORIOS NEX IMPORT S.A.C.
 01 – AGOSTO – 2019

4. **Método de Calibración**
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. **Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	LLA - 017 - 2017	INACAL - DM

6. **Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,4	21,4
Humedad %	57	57



7. **Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. **Resultados**

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DEVIACION ESTANDAR MAXIMA	DEVIACION ESTANDAR
mm														
2,390	2,328	2,420	2,323	2,406	2,380	2,385	2,430	2,380	2,368	2,386	2,383	0,028	0,077	0,080
2,380	2,368	2,410	2,389	2,426	2,430	2,363	2,380	2,430	2,460					
2,430	2,385	2,420	2,433	2,360	2,510	2,489	2,530	2,380	2,358					
2,380	2,412	2,350	2,380	2,350	2,410	2,360	2,410	2,360	2,433					

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
 Referencia:Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail:next-import@hotmail.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL – 076 – 2019

Página: 1 de 1

- Expediente** : T 065 – 2019
Fecha de Emisión : 2019 -08- 02
- 1. Solicitante** : CONSULTTECVH EIRL.
: VICTOR HUGO AROPAZA DIAZ
Dirección: Jr. Echenique s/n Huancavelica
- 2. Instrumento de Medición** : TAMIZ
Tamiz N° : 8
Diámetro de Tamiz : 8"
Marca : ELE INTERNACIONAL
Serie : 11277014
- 3. Lugar y fecha de Calibración**
LABORATORIOS NEX IMPORT S.A.C.
01 – AGOSTO – 2019

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

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

NEX IMPORT S.A.C. no se Serie responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

- 4. Método de Calibración**
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	LLA - 017 - 2017	INACAL - DM



6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.4	23.4
Humedad %	57	57

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa NEX IMPORT S.A.C.
- [*] La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR MAXIMA	DESVIACION ESTANDAR
mm														
2,220	2,320	2,420	2,520	2,620	2,720	2,820	2,920	3,020	3,120	2,308	2,390	0,028	0,077	0,060
2,280	2,380	2,480	2,580	2,680	2,780	2,880	2,980	3,080	3,180					
2,430	2,390	2,418	2,410	2,390	2,510	2,430	2,598	2,860	2,590					
2,390	2,437	2,358	2,350	2,390	2,410	2,390	2,420	2,360	2,490					

Calle Inca Atahualpa Mza. H1 Lt.23 Urb. Chancas de Andahuaylas Sta. Anita - Lima
Referencia: Frente Estadio Municipal de Sta. Anita E-mail: next-import@hotmail.com

Anexo 7: PANTALLAZO TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome

ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&istudent_user=1&io=1519840086&u=1114806016&ts=1

feedback studio GINO JOSUE CAMACLLANQUI CCOILLAR GINO y JHONATAN FINAL 200521.docx

Resumen de coincidencias X

18 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

18

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	3 %	>
Fuente de Internet			
2	Entregado a Universida...	2 %	>
Trabajo del estudiante			
3	hdl.handle.net	2 %	>
Fuente de Internet			
4	repositorio.uns.edu.pe	1 %	>
Fuente de Internet			
5	repositorioacademico...	<1 %	>
Fuente de Internet			

Página: 1 de 110 Número de palabras: 19020 Text-only Report | High Resolution Activado

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

"Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica-2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Br. Camacllanqui Ccoillar, Gino Josué
<https://orcid.org/0000-0001-6532-9526>

Br. Rivera Cervantes, Jhonatan Steven (ORCID 0000-0002-2914-1531)

ASESOR:

Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto
<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>