



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Valdivia Salomon, Fedor Amaru (ORCID: 0000-0002-5553-3002)

Quijano Chavez, Débora María Milagros (ORCID: 0000-0001-8167-3423)

ASESOR:

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: [0000-0002-9573-0182](#))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima – Perú

2021

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado apoyándome de forma incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	51
3.1. Tipo y Diseño de investigación	51
3.2. Variable y operacionalización	51
3.3. Población, muestra y muestreo	52
3.4. Técnica e instrumentos de Recolección de datos	53
3.5. Procedimientos	56
3.6. Método de Análisis de datos	72
3.7. Aspectos Éticos	72
IV. RESULTADOS	73
V. DISCUSIÓN	104
VI. CONCLUSIONES	109
VII. RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS	111
ANEXOS	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis químico de la tusa de maíz.....	12
Tabla 2 Sistema de clasificación del suelo según AASHTO.....	12
Tabla 3 Clasificación según SUCS, para suelos tipo grava.....	12
Tabla 4 Clasificación según SUCS, para suelos arenosos.....	12
Tabla 5 Características según SUCS, para suelos limosos arcillosos.....	12
Tabla 6 Símbolos del suelo según SUCS.....	12
Tabla 7 Características y usos del suelo (SUCS).....	12
Tabla 8 Diferencias entre gravas y arenas.....	12
Tabla 9 Diferencias entre arenas y limos	12
Tabla 10 Diferencias entre limos y arcillas.....	12
Tabla 11 Categorías y CBR de la sub rasante.....	12
Tabla 12 Selección del tamaño de muestra de prueba.....	12
Tabla 13 Tamaño de mallas estándar.....	12
Tabla 14 Clasificación de suelos según tamaño de partículas.....	12
Tabla 15 Método para hallar la resistencia a la flexión utilizando la resistencia a compresión.....	12
Tabla 16 Ubicación y descripción técnica de las calicatas.....	12
Tabla 17 Procedimiento de ensayos.....	12
Tabla 18 Granulometría de la muestra de la calicata M-01 en estado natural.....	12
Tabla 19 Resultados Granulométricos.....	12
Tabla 20 Resultado de clasificación SUCS, AASHTO y contenido de humedad de la CS-01.....	12
Tabla 21 Límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01.....	12
Tabla 22 Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01.....	12
Tabla 23 Límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+15% de ceniza de carbón.....	12
Tabla 24 Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01 + 15% de ceniza de carbón.....	12
Tabla 25 Límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+20% de ceniza de carbón.....	12

Tabla 26 Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01 + 20% de ceniza de carbón.....	12
Tabla 27 Límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+25% de ceniza de carbón.....	12
Tabla 28 Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01 + 25% de ceniza de carbón.....	12
Tabla 29 Límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+15% de tusa de maíz.....	12
Tabla 30 Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01 + 15% de TUSA DE MAIZ.....	12
Tabla 31 Límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+20% de tusa de maíz.....	12
Tabla 32 Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+20% de TUSA DE MAIZ.....	12
Tabla 33 Límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+25% de tusa de maíz.....	12
Tabla 34 Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01. +25% de tusa de maíz.....	12
Tabla 35 Resultado de compactación con energía modificada - Proctor Modificado CS-01.....	12
Tabla 36 Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra CS-01+ dosificaciones de ceniza de carbón en 15, 20 y 25 % y de tusa de maíz en 15, 20 y 25 %.....	12
Tabla 37 Resultado de condición de la muestra ensayada CS-01 en estado natural – CBR.....	12
Tabla 38 Resultado de ensayo de CBR de la muestra M-01 + 15 % de ceniza de carbón y tusa de maíz.....	12
Tabla 39 Resultado de ensayo de CBR de la muestra M-01 + 20 % de ceniza de carbón y tusa de maíz.....	12
Tabla 40 Resultado de ensayo de CBR de la muestra M-01 + 25 % de ceniza de carbón y tusa de maíz.....	12
Tabla 41 Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra M-01 + dosificaciones de 15%, 20% y 25% de ceniza de carbón y tusa de maíz....	12

Tabla 42 Materiales y presupuestos.....	12
Tabla 43 Presupuesto de trabajo de campo.....	12
Tabla 44 Presupuesto de ensayos en laboratorio.....	12
Tabla 45 Bienes y servicios.....	12
Tabla 46 Cronograma de ejecución.....	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tusa de maíz.....	10
Figura 2 Estructura de tusa de maíz.....	11
Figura 3 Cenizas de carbón.....	12
Figura 4 ONU- Medio Ambiente.....	13
Figura 5 Ccapacidad portante del suelo.....	22
Figura 6 Gráfica granulométrica.....	25
Figura 7 Curva granulométrica de suelos.....	26
Figura 8 Estructura del suelo según su peso específico.....	27
Figura 9 Cuchara de Casagrande.....	28
Figura 10 Estados del suelo, límites de plasticidad.....	28
Figura 11 Cilindros de muestra.....	29
Figura 12 Curvatura de compactación, se obtiene el óptimo contenido de humedad y la masa específica.....	30
Figura 13 Equipo de compactación de Proctor modificado.....	31
Figura 14 Definición gráfica del CBR de laboratorio.....	32
Figura 15 Materiales para el ensayo CBR.....	33
Figura 16 Pavimento.....	34
Figura 17 Estructura del pavimento flexible.....	35
Figura 18 Estructura del pavimento rígido.....	35
Figura 19 Diferencias de transmisión de carga de un pavimento flexible y rígido.....	37
Figura 20 Estructura del pavimento de concreto simple.....	38
Figura 21 Estructura del pavimento de concreto simple vista en perfil.....	38
Figura 22 Pavimento de concreto simple sin pasador.....	39
Figura 23 Pavimento de concreto simple con pasador.....	39
Figura 24 Estructura del pavimento reforzado con junta.....	40
Figura 25 Estructura del pavimento reforzado con junta vista en perfil.....	40
Figura 26 Pavimento de concreto reforzado con junta.....	41
Figura 27 Estructura del pavimento de concreto reforzado continuo.....	41
Figura 28 Pavimento de concreto reforzado de forma continua.....	42
Figura 29 Tipos de fisuras en un pavimento rígido.....	42
Figura 30 Componentes principales del pavimento rígido.....	43

Figura 31 Junta de dilatación tipo I.....	44
Figura 32 Junta de dilatación tipo II.....	44
Figura 33 Resistencia a la compresión.....	47
Figura 34 Ensayo de la compresión del concreto.....	48
Figura 35 Ensayo a flexión ASTM C890.....	49
Figura 36 Curva esfuerzo – deformación.....	50
Figura 37 Ubicación a nivel Regional.....	59
Figura 38 Ubicación a nivel Provincial.....	60
Figura 39 Vista panorámica de la trocha carrozable Lomaspata – Coracora.....	60
Figura 40 Ubicación de las calicatas C-01 y C-02.....	62
Figura 41 Ubicación de la zona de extracción de la ceniza de carbón.....	63
Figura 42 Obtención de la ceniza de carbón.....	63
Figura 43 Zona de obtención de la tusa de maíz.....	64
Figura 44 Obtención de la tusa de maíz.....	65
Figura 45 Obtención de la ceniza de carbón.....	74
Figura 46 Curva de la granulometría de la muestra de la calicata CS-01 en estado natural.....	78
Figura 47 Porcentaje de humedad vs N° de golpes con 15% de ceniza de carbón.....	80
Figura 48 Porcentaje de humedad vs N° de golpes con 20% de ceniza de carbón.....	82
Figura 49 Porcentaje de humedad vs N° de golpes con 25% de ceniza de carbón.....	84
Figura 50 Porcentaje de humedad vs N° de golpes con 15% de tus de maíz.....	86
Figura 51 Porcentaje de humedad vs N° de golpes con 20% de tusa de maíz.....	88
Figura 52 Porcentaje de humedad vs N° de golpes con 25 % de tusa de maíz	90
Figura 53 Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima del suelo natural.....	91
Figura 54 Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 15% de ceniza de carbón.....	92
Figura 55 Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 20% de ceniza de carbón.....	92

Figura 56 Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 25% de ceniza de carbón.....	92
Figura 57 Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 15% de tusa de maíz.....	93
Figura 58 Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 20% de tusa de maíz.....	93
Figura 59 Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 25% de tusa de maíz.....	94
Figura 60 Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 en estado natural...96	
Figura 61 Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +15% de ceniza de carbón.....	98
Figura 62 Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +15% de tusa de maíz.....	98
Figura 63 Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +20% de ceniza de carbón.....	99
Figura 64 Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +20% de tusa de maíz.....	100
Figura 65 Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +25% de ceniza de carbón.....	101
Figura 66 Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +25% de tusa de maíz.....	101

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación para la obtención del título de ingeniero civil se busca obtener resultados favorables con respecto a la mejora del CBR con 2 estabilizadores en este caso se está utilizando la ceniza de carbón y la tusa de maíz de igual forma aprovechar dichos estabilizadores para reutilizarlos para futuras propuestas de mejora del CBR, por lo cual en el presente proyecto se realizara la estabilización de la subrasante de la trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito de Coracora, Ayacucho- 2021 mediante los ensayos planteados y aprobados por los 3 expertos que validaron los ensayos a realizar. Por ellos se utilizara los 2 estabilizadores por separados para evaluar cual resulta más eficiente para la estabilización este se realizara en porcentajes de 15, 20 y 25% de adición a los ensayos lo primero a realizar será el ensayo de granulometría para determinar qué tipo de suelo es y separar los granos más finos que pasen por la malla número 200 y dicho material se utilizara para realizar los límites de atterberg (límite líquido y límite plástico), para proceder a realizar en ensayo de Proctor el cual nos ayudara para obtener el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca para la realización del ensayo de CBR el cual nos indicara en que porcentaje se encuentra su CBR apreciando si este es aceptado o no y de esta forma se realizara con la adición de la ceniza de carbón y de la tusa de maíz a partir de los límites de atterberg para observar cuanto cambia con respecto a la plasticidad y límite líquido de igual forma será para el ensayo del Proctor y CBR posterior a ello se realizara una comparativa entre los ensayos evaluando cuanto obtuvo el CBR en suelo natural, con la adición de 15 % de ceniza de carbón y tusa de maíz por separado cada aditivo, con la adición de 20% y 25 %, para apreciar cual dio mejores resultados y de esta manera poder comprobar las hipótesis establecidas en la matriz de consistencia.

Palabras Clave: Subrasante, Estabilización, Mejora

ABSTRACT

In this research project to obtain the title of civil engineer, it is sought to obtain favorable results regarding the improvement of the CBR with 2 stabilizers, in this case coal ash and corncob are being used in the same way to take advantage of said stabilizers to reuse them for future CBR improvement proposals, for which in this project the stabilization of the subgrade of the Lomaspata - Coracora carriageway, district of Coracora, Ayacucho- 2021 will be carried out through the tests proposed and approved by the 3 experts who validated the trials to be performed. For them, the 2 stabilizers will be used separately to evaluate which is more efficient for stabilization, this will be carried out in percentages of 15, 20 and 25% of addition to the tests, the first thing to be done will be the granulometry test to determine what type of soil is and separate the finest grains that pass through mesh number 200 and said material will be used to perform the atterberg limits (liquid limit and plastic limit), to proceed to carry out the Proctor test which will help us to obtain the optimal content humidity and the maximum dry density to carry out the CBR test, which will indicate what percentage your CBR is in, assessing whether it is accepted or not, and in this way it will be carried out with the addition of coal ash and gopher. of corn from the atterberg limits to observe how much it changes with respect to plasticity and liquid limit in the same way it will be for the Proctor test and CBR after that, it will be r Make a comparison between the tests evaluating how much the CBR obtained in natural soil, with the addition of 15% of carbon ash and corn cob separately each additive, with the addition of 20% and 25%, to appreciate which gave better results and in this way to be able to verify the hypotheses established in the consistency matrix.

Keywords: Subgrade, Stabilization, Improvement

I. INTRODUCCIÓN

Se informó a nivel mundial que se construyó una carretera en Argentina para conectar dos ciudades, cuya labor era beneficiar a los productores locales y brindar garantías de acceso a las instituciones educativas, con una transposición de 130.000.000 de pesos en la construcción anunciada en la zona, del plan fue considerado un enlace estructural, cuyo elemento es la subrasante mejor para la cantidad de cal que sirve para estabilizar la subrasante, además de hacer una subrasante de suelo calcáreo, que soporta la capa actual de grava arcillosa (Trama Vial, 2019). En el país de Colombia, para estabilizar el talud de Campo Alegre y reconstrucción de 700 m de carril en el sector, se han invertido \$ 125 mil millones en lo que se considera la obra de ingeniería más difícil de Barranquilla en los últimos años. suelo, pavimento asfáltico de 700 m de la calzada, agregado al paisajismo, urbanismo, y alumbrado, y también sellar la subrasante, es decir, la estructura lo realizaron 200 pilotes conectados con tensores ya que se encontraron extensos suelos en la zona (Contreras, 2018).

En Venezuela, se ha propuesto el uso de yeso de Paris de Monómeros Colombo Venezolanos para reducir el presupuesto de obra para estabilizar la subrasante de caminos y casas lejanas a la ciudad. (Herrera, 2019).

El crecimiento económico del territorio peruano depende de diferentes aspectos, uno de los cuales es el terreno, tales como: vías, carreteras, caminos, etc. Desde el inicio de la historia, la gente necesita trasladarse de un lugar a otro, por eso se construye desde carreteras, autopistas hasta proyectos de infraestructura vial a gran escala, y seguramente las carreteras son las que tienen una mayor proporción de construcción.

De igual forma, el problema en nuestro país es que tenemos demasiados suelos arcillosos que no reúnen las características propias de la ingeniería vial por su baja capacidad portante, para mejorar sus características, se sustituyen por aquellos que evitarán una alta estabilidad de costos. La mayoría de las aceras construidas en este suelo no han alcanzado la vida útil esperada porque los asentamientos que crean durante el viaje destruirán rápidamente la infraestructura vial. Por tanto, en el trabajo actual, el problema que se puede observar en la parte de investigación es la deformación plástica, provocada por la arcilla que se encuentra en la zona, que es el canal que se forma en el trayecto de su circulación. El vehículo, para ser precisos, donde la huella del neumático pasa a través de la capa de la banda de rodadura. También se puede ver qué baches son causados por los automóviles, por la humedad del terreno debido a las lluvias en la zona. De igual forma, se ha observado que, debido a la poca estabilidad del terreno y las malas condiciones de la vía, esto ha ocasionado grandes problemas a los conductores, los cuales incurrirán en

costos de mantenimiento que superan la cuenta de sus vehículos y en un menor tiempo, solo porque ha pasado a través de esa sección, Pérez (2012, p.17).

Hoy el gobierno en turno debe promover vigorosamente creación y mantenimiento de vías, no necesariamente solo en zonas residenciales y también en sitios rurales, como es el suceso del departamento de Ayacucho en el distrito de Coracora. Su exclusiva medio de traslado es a través de una carretera, la carretera más transitada es hacia Lomaspata, que es la entrada principal a la población, pero una parte del caserío pertenece al distrito de Coracora, gran parte de esta hasta ahora es de un solo carril la cual es necesario afirmar o asfaltar.

Sin embargo, al construir este prototipo de ingeniería, nos encontramos con que no todos los terrenos tenían las mismas propiedades de resistencia, al igual que el suceso de los terrenos arcillosos, que era uno de los asentamientos más peligrosos en su momento para aplicarles cargas. Dado que este tipo de terreno tienen una principal conformidad en esta parte de la vía, se opta como solución utilizar tecnologías o métodos existentes en la actualidad para mejorar sus características o las características del suelo, con el objetivo de obtener una mayor capacidad de resistencia del suelo.

El problema general es: ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de carbón y tusa de maíz en las propiedades de la Subrasante en la trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito de Coracora, Ayacucho- 2021 ?

Los problemas específicos son: (a) ¿Cómo influye las cenizas de carbón y tusa de maíz en la plasticidad de la Subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021?, (b) ¿Cómo influye las cenizas de carbón y tusa de maíz en la compactación de la Subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021?, (c) ¿Cómo influye las cenizas de carbón y tusa de maíz en la resistencia de la Subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021?

El objetivo general es Determinar cómo influye las cenizas de carbón y tusa de maíz en las propiedades de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021

Los objetivos específicos son: (a) Determinar la influencia de las cenizas de carbón y tusa de maíz en la plasticidad de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora,

distrito Coracora, Ayacucho – 2021, (b) Determinar la influencia de las cenizas de carbón y tusa de maíz en la compactación de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho – 2021, (c) Determinar la influencia de las cenizas de carbón y tusa de maíz en la resistencia de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho – 2021

La hipótesis general es Las cenizas de carbón y tusa de maíz influyen en las propiedades de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho – 2021

Las hipótesis específicas son: (a) Las cenizas de carbón y tusa de maíz influyen en la plasticidad de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho – 2021, (b) Las cenizas de carbón y tusa de maíz influyen en la compactación de la subrasante en el tramo lomaspata - coracora, Ayacucho 2021, (c) Las cenizas de carbón y tusa de maíz influyen en la resistencia de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho – 2021

Justificación de la investigación:

La siguiente investigación proporciona apuntes que nos darán a notar el argumento en referencia a lo teórico, metodológico, técnico y social.

Justificación teórica

Esta indagación es amparada de acuerdo a las bases teóricas y bases normativas de la estabilización de suelos, también existen análisis anteriores donde se obtuvieron resultados buenos en referencia a la capacidad portante del terreno y el comportamiento flexible.

Justificación metodológica

Metodológicamente esta investigación va a servir como guía para producir un reciente material para la estabilización de los terrenos arcillosos.

Justificación técnica

Este análisis es fundamental y muy innovador porque con ello podremos saber cuáles son los beneficios y desventajas de usar cenizas de carbón para estabilidad de los terrenos arcillosos.

Justificación social

Con la justificación Social podemos entender la conducta del suelo tipo arenoso en análisis, como para lograr de una manera más correcta y así poder conocer el grado de maldad que logra revelar ante la destrucción geológica, y que no puede causar daño, daño de componentes para el daño a la población, es por ello que esté presente investigación a favor del distrito de Coracora. De igual manera poder asegurar a futuro la paz poblacional al circular por la vía de análisis. Esta investigación además va a servir de orientación a futuras indagaciones sobre el perfeccionamiento de la igualdad de terrenos arcillosos.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional tenemos los siguientes antecedentes:

Como antecedentes internacionales se tiene a Cañar (2017) en su investigación “Análisis comparativo de resistencia a corte y estabilizar suelos arenosos-arcillosos de grano fino mezclados con cenizas de carbón.” cuyo **objetivo** es evaluar las pruebas de resistencia de corte a través de los terrenos finos, arcilloso y arenosos y el comportamiento mecánico de la estabilización de terrenos arenosos y arcillosos de grano fino con cenizas de carbón para determinar las 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%, un OCH de 26.60% y MDS de 1.30 g/cm³. Se empleó cenizas de carbón (CC) y tras su incorporar los diversos porcentajes de 20, 23 y 25%. 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%. Es incorporar el 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%. Al incorporar el 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%. **Concluyo** que recomienda emplear 25% de CC para estabilizar un suelo CH, ya que aumenta su CBR y OCH; y a la vez casi mantiene su MDS.

Por otro lado, Cobos y otros (2019) en su investigación “Caracterización del comportamiento geotécnico de terrenos de origen de volcán, estabilizar las cenizas de cáscaras de coco y granos de café” cuyo objetivo es evaluar el comportamiento geotécnica del terreno volcánicos estabilizados por cenizas de cáscaras de coco y granos de café. La técnica es experimental. Como resultado, se presentó una muestra estándar de suelo natural SM con un CBR de 76.67%, también representada por un OCH de 39.27% y un MDS de 1.07 g / cm³. Se utilizaron cenizas de cáscara de coco (CCO) y luego agregar varios porcentajes de 15, 10 y 5%. Con la inclusión de 5% CTC recibió: Banco Central de 76,67 a 70,22%; MDS de 1,07 a 1,03 g / cm³; OCH de 39,27 a 38,14%. Inclusión de CCO al 10%: Banco Central de la Federación de Rusia del 76,67 al 85,32%; MDS de 1,07 a 0,99 g / cm³; OCH de 39,27 a 51,17%. Incorporación del 15% de las KOC: Banco Central de la Federación de Rusia del 76,67 al 101,55%; MDS de 1,07 a 0,99 g / cm³; OCH de 39,27 a 42,10%. Se concluyó que se recomienda utilizar 15% de CCO para la estabilización del suelo SM ya que esto aumentaron su CBR y OCH; y baja ligeramente su MDS.

Así mismo, Clavería y otros (2018), en su investigación “Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos volcánicos estabilizando con ceniza de arroz y torta

de caña como material de subrasante" cuyo **objetivo** es caracterizar el comportamiento geotécnico de terrenos volcánicos estabilizados con ceniza de cascarilla de arroz y torta de juncos como material de subrasante. Los resultados fueron tales que la muestra estándar de suelo natural SM, CBR 76.67%, también presentó OCH 39.27% y MDS 1.15 g / cm³. Se utilizó ceniza de torta de caña de azúcar (BCF), y luego de su inclusión en varios porcentajes de 15%, 10% y 5%, se obtuvieron los posteriores resultados. Con el 5% de CBCA incluido, se obtuvo lo siguiente: CBR de 76,67 a 62,28%; MDS de 1,15 a 1,11 g / cm³; OCH de 39,27 a 38,69%. Incorporación de CBCA al 10%: Banco Central de la Federación de Rusia del 76,67 al 83,00%; MDS de 1,15 a 0,98 g / cm³; OCH de 39,27 a 54,00%. Inclusión del 15% de CBCA: Banco Central de la Federación de Rusia del 76,67 al 99,13%; MDS de 1,15 a 0,96 g / cm³; OCH de 39,27 a 47,61%. Se concluyó que se recomienda utilizar 15% de CBCO para la estabilización de suelos SM, ya que esto aumentó el OCH y CBR al mismo tiempo casi mantiene su MDS.

A nivel nacional tenemos los siguientes antecedentes:

Por un lado, tenemos a Castro (2017) en su investigación: "Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la subrasante". Concluyó que actualmente está demostrando que el terreno estabilizado con productos inorgánicos como ceniza de arroz da un buen efecto que se puede agregar a la subrasante del pavimento. Así, se ha encontrado que el proceso más popular ocurre cuando se tienen suelos con segmentos arcillosos, y que mezclarlos con 20% de ceniza de arroz con cal agregada puede generar ingresos significativos al estabilizar la calle a medida que crece el suelo. 100% CBR de la densidad máxima del Proctor modificado del 5% al 38,5%. Sin embargo, además se puede utilizar mezclando un 10% de ceniza de arroz residual con suelo arcilloso para obtener una resistencia a la compresión de 6,91 kg / cm² a 8,77 kg / cm².

Así mismo Carrasco (2017) en su investigación: "Estabilización del suelo mediante la adición de ceniza de caña de azúcar". Indica que: cuando esta ceniza se utiliza para estabilizar suelos con porcentajes muy altos de arcilla, si es posible, ya que las pruebas muestran que cuando se combinan cenizas al 35% y suelo arcilloso, la ductilidad disminuye, llegando a 9,1, lo que indica una alta estabilidad del suelo. Así, todavía se obtienen excelentes resultados en los experimentos CBR, esto se logra mediante la adición de ceniza, lo que da un valor de 1,75 g / cm³ frente a 1,66 g / cm³ presentado en la muestra de suelo, incluso sin la adición de ceniza.

Por otro lado, tenemos a Vega (2017) en su investigación: "Estabilización de suelos arcillosos mediante la adición de un 10% de ceniza de paja de trigo". Afirma que el mejoramiento de los suelos en esta área se puede lograr agregando ceniza de paja de trigo, ya que está presente en grandes cantidades en el Alto Pariak, estos materiales en combinación con suelos de categorías arcillosas exhiben un desarrollo exagerado de propiedades físicas y resiliencia. Por esta razón, la prueba de laboratorio de mecánica de suelos de Standard Proctor rinde 100% CBR ESTÁNDAR 21,10%; A diferencia de agregar 10% de ceniza a la mezcla para macetas de arcilla, esto da 100% CBR 20.2%. Con base en los resultados, llegó a la conclusión de que el 10% de la ceniza de paja de trigo no es apto para la estabilización de la subrasante.

En otros idiomas tenemos los siguientes antecedentes:

Senol, Edil, Bin y Acosta (2006) en la publicación Stabilization of a subgrade using various fly ash que involucró diferentes tipos de cenizas volantes auto cementantes (sin ningún otro activador) para estabilizar cuatro muestras diferentes de subrasantes blandas de varios sitios de vías en Wisconsin, EE. UU. Los enfoques de resistencia se aplicaron para estimar el diseño de mezcla óptimo y para establecer el espesor de la capa estabilizada. Las muestras de suelo estabilizado se prepararon mezclando cenizas volantes en diferentes contenidos con diferentes contenidos de agua. El rendimiento de la subbase estabilizada con cenizas volantes depende tanto de la fuente específica de cenizas volantes como de las propiedades de ingeniería de los suelos. Para evaluar el impacto del retraso de la compactación que ocurre comúnmente en el campo durante la construcción, los conjuntos de muestras se compactaron 2 h después de mezclarlos con agua. Se realizaron pruebas ilimitadas de resistencia a la compresión y CBR y se utilizaron para determinar el espesor de la capa estabilizada en la estructura del pavimento. Todos estos factores se tuvieron en cuenta durante el estudio.

Chang y Lund (2018) en su publicación, Physical properties of fly ash amended soils. Las cenizas volantes de una planta generadora de energía a carbón se mezclaron con cinco suelos de California a tasas de 0, 2.5, 5.0, 10.0, 25.0 y 50.0% por volumen. Las propiedades físicas relacionadas con el uso agronómico de suelos enmendados con cenizas volantes se caracterizaron determinando la suficiencia de detención de agua, la densidad aparente, la conductividad hidráulica y el módulo de ruptura en núcleos de suelo compactados en laboratorio. También se determinaron las características de liberación de humedad de cada mezcla. Los resultados indicaron que una pequeña cantidad de cenizas volantes agregadas a los suelos parece afectar algunas propiedades físicas medidas de los suelos.

A tasas de aplicación > 25%, hubo un aumento constante en la capacidad de retener el agua (excepto un suelo franco Domino) y una disminución en la densidad aparente y el módulo de ruptura en todos los suelos probados. La conductividad hidráulica aumentó con pequeñas cantidades de cenizas volantes, pero disminuyó rápidamente a medida que aumentaba el volumen de cenizas volantes. Aunque la adición de cenizas volantes aumentó la capacidad de retención de H₂O del terreno, la cantidad de agua disponible para las plantas no cambió significativamente. A una tasa baja de solicitantes, la enmienda de cenizas volantes pareció útil para mejorar ciertas propiedades agronómicas de los suelos.

Khaoya (2016), en su investigación “Stabilization of expansive clay soils with pulp ash and lime” from Kenya University of Agriculture and Technology to assess the impact of partial replacement of lime with cane pulp ash on stabilizing expansive clay soils for the production of subgrade material for road construction. This was an experimental study of the Bungoma County population and a sample was taken from the Bungoma County roads; tools used, Utterberg limits, ductility index and Californian rolling ratio. The main results are shown according to the price of 4%, 5% and 6% in the sugarcane bagasse, according to the CBR, which is torn by resistance and then, which is combined with the price (4: 1) of the CBR. Its plasticity index also decreased, indicating an improvement. in its viability. Conclusion, only the sugar canna bagasse had non-negative negative effects on the arsilous tensile strength, but the relationship with lime significantly increased in CBR. La tesis de kahoya es que la combinación de bagazo de caña de azúcar y cal mejora las cualidades que estabilizan la subrasante, por otro lado, en relación al bagazo de caña de azúcar, sumarlo solo como porcentaje no da resultados favorables, por lo que concluyo que no mejora sobre suelos arcillosos extensos.

Artículos científicos tenemos los siguientes antecedentes:

Según Goñas O. y Saldaña J. (2020). En su revista titulado “Estabilización del suelo con cenizas de carbono para su uso como subrasante” el objetivo es la evaluación del efecto del subproducto obtenido de la combustión de carbón mineral y carbón vegetal de la industria del ladrillo en Chachapoyas sobre la mejora de las propiedades mecánicas de los ensayos de suelos en porcentajes de 15%, 20% y El. 25%, los límites de consistencia, la compactación Proctor estándar y la capacidad de carga (CBR) se observaron en consecuencia. Los resultados mostraron que la expansión de la competencia de apoyo en los terrenos estudiados es directa proporcionalmente al porcentaje de ceniza de carbón agregada, lo que sugiere que la ceniza de carbón mejora la capacidad de carga de los

suelos en las categorías de CH y OH. La ceniza no puede estabilizarlos de acuerdo con las recomendaciones de caminos, paisajes, geológicos, geotécnicos y aceras para su uso en subrasantes mejoradas.

Gökçekuş, Kassem & Kh. Musa, (2019), en su artículo “Behavior of the asphalt pavement structure under the influence of changing climatic conditions”. El objetivo era que los pavimentos de asfalto cubrieran una amplia variedad de diferentes tipos de pavimentos utilizando juntas convencionales y flexibles, y la metodología era que todas estas categorías de pavimentos cualitativos y cuantitativos tuvieran características de asfalto. La capa base de un pavimento duro totalmente flexible, por ser un material ligado hidráulicamente, concluye que los proyectos viales modernos suelen planificarse y construirse con una vida útil de 40 años, con la sensación de que las capas superficiales se reemplazarán cada 10-15 veces asfalto. Entre ellos, el sustrato base puede penetrar en la emulsión bituminosa estabilizada con sustancia. Además, pueden incluir el uso de áridos vírgenes y áridos reciclados, así como mezclas de betún usado y aglutinantes hidráulicos. Por lo tanto, la ruta principal de diseño y naftalina que se lleva a cabo hoy debe coincidir con el estado del escenario en el futuro para evitar el desgaste prematuro de la superficie con el tiempo.

Ayala y otros (2019), en su artículo “Estudio del efecto de la adición de cenizas de hornos artesanales de ladrillos en la estabilización de 7 . KHAOYA, P. Stabilization of expansive clay soils with pulp ash and lime. Thesis for the choice of a civil engineering degree, Agricultural and Technological University, Kenya, 2016 8. CHHACHIA, A. Improvement of clayey soils stabilized with ash pulp. Thesis for the choice of civil engineering degree, National Institute of Technology, Kurukshetra University, India, 2015 de 11 suelos arcillosos para los pavimentos” Su objetivo era evaluar el efecto de la adición de cenizas de la quema de carbón y madera sobre la conducta mecánica del suelo arcilloso. Este fue un estudio experimental descriptivo, investigando una población del norte de Lima, se excavaron muestras de suelo a una profundidad de 2 metros; instrumentos utilizados, pruebas de tamaño de partículas, pruebas Proctor modificadas y CBR. Los principales resultados se obtuvieron de los porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40% utilizados para la determinación del CBR, donde se sintieron aumentos en la densidad seca máxima (MDS) y el contenido de humedad óptimo (OCH) con la adición de 30-40 % ceniza, el CBR con la combinación de ceniza al 20% aumenta de 9.5% a 2.2% pero con 30% disminuye, y con 40% mejora nuevamente su comportamiento, pero la expansión del material disminuye de 4.6% a 0.76% con un agregado del 40%, que se elegirá para el 20%, ya que su expansión del

1.1% corresponde al CBR máximo obtenido y no tiende a repetir el comportamiento del suelo natural, lo cual se concluye que es recomendable utilizar cenizas de albañilería, desde el estabilizador de arcilla y su uso para mejorar la subrasante ya que aumenta su CBR combinado con un 20% de ceniza y capacidad de carga del 9,5% al 2,2%

La tusa de maíz En América del Sur, existe desde la era Inca. “En América del Sur, este cultivo se ha utilizado desde la época Inca y ha ido mejorando hoy. Como parte de la mazorca del maíz, nunca ha sido visto por otros. Sin embargo, el maíz siempre ha sido considerado solo como alimento. Elementos.

Según barrera: Zea más es el nombre científico de este producto tan importante para la población de esa generación (2018, p.1). por esto entendemos que el maíz es uno de los alimentos que más se consume desde el inicio de los tiempos, por lo tanto, no hay uso recurrente para la tusa siendo el sobrante, teniendo como ventaja similitud de propiedades entre todas las razas de maíz.

El producto es premiado con diferentes clasificaciones étnicas. Hay muchas variedades en cada región. Aun así, todas estas variedades han encontrado una conexión entre las razas existentes en el mundo, porque tienen un origen común, por lo que las características de cada raza pueden ser diferente, pero no significativamente. Independientemente de la variedad de maíz, el maíz en mazorca siempre tiene algo en común, como si fuera un atributo que apenas cambia. Por lo tanto, considerando que uno de los mayores productores de maíz es el departamento de La Libertad, uno es libre de sugerir una de las variedades más abundantes que se producen en este lugar, como es el maíz amarillo duro.

Características: "Es la estructura que conecta las mazorcas con el tallo, el eje central o el fuste, y el grano se adhiere a estas estructuras en forma de hileras. Este residuo agrícola se obtiene separando los granos de maíz de las mazorcas".



Figura 1: Tusa de maíz

La cáscara de maíz es producida por un tallo cilíndrico, que se une a la mazorca en la parte inferior de la planta. Este tallo mide aproximadamente 3 cm de largo y 1 cm de Ø. Las hojas superpuestas y superpuestas crecen unas sobre otras. Otros, formando así una capa que protege la mazorca de maíz.

"Tiene una forma tubular esbelta, se compone de tres capas, el núcleo o médula es esponjoso y suave, luego un anillo con tejido leñoso, y finalmente la superficie exterior de paja leñosa". Debido a estas características, la gente piensa que lo hará proporcionar buen drenaje, alta resistencia y flexibilidad.

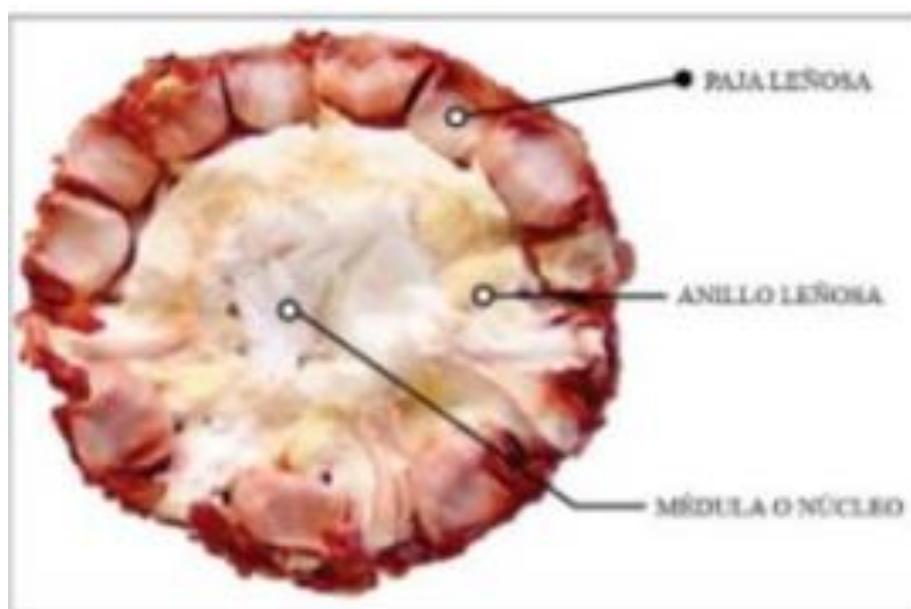


Figura 2: Estructura de tusa de maíz

Propiedades

Tabla 1: Análisis químico de la tusa de maíz

ANALISIS QUIMICO	CONTENIDO
Carbono	44%
Hidrogeno	7%
Oxigeno	47%
Nitrógeno	0.7%

Fuente: READE "Specialty chemicals resource"

El poder calórico óptimo de 16.07 kJ/g se obtuvo para la tusa seca con 13.71% de humedad, fuerza de compactación de una tonelada y cantidad de oxígeno igual al

estequiométrico". Estos resultados prueban que puede controlar la humedad a través de su poder calórico y al mismo tiempo podría funcionar en climas secos aduriéndose de una forma amigable con el material del terreno natural del suelo.

La ceniza de carbón Es similar a los aglutinantes puzolánicos, con estos datos muy desfavorables en comparación con el uso de cal y el cemento que requiere la adición de H₂O y la presencia de un activador como la cal se hecha poco, existen varios tipos de cenizas en esta clasificación, diferenciados en función de la planta de extracción. Es un subproducto reciclado de la producción de energía que necesita los controles ambientales con su utilización encapsulados y no encapsulados recomendados.

Tamaño de la ceniza de carbón, se sabe que, aunque las partículas del estabilizador son más finas, se utilizará más porque reaccionan mejor a partículas de mayor diámetro, por lo que es muy importante saber qué tamaño representa. ceniza de carbón y lo más resistente posible.



Figura 3: Cenizas de carbón

Las cenizas están compuestas, principalmente óxido de hierro, cal, carbón no quemado y, en menor medida, sílice, alúmina, magnesia, álcali, óxido de azufre y otros oligoelementos.

Propiedades mecánicas de la sub rasante, El concepto, se expondrá la primera variable dependiente.

¿Qué es un suelo? Los suelos son la consecuencia de erosión o necrosis de las piedras de la corteza terrestre, gracias a los agentes atmosféricos y a los diversos procesos físico-

químicos. Hay suelos cuya época remonta, a una cantidad de millones de años, en lo que otros depósitos son más actuales, si correctamente todos han sufrido en la era continuas erosiones, filtraciones, mutaciones, deslizamientos, compactaciones, drenajes o varios otros efectos que le dan las propiedades recientes, las cuales continúan evolucionando. (Fratelli, 1993,p.11).

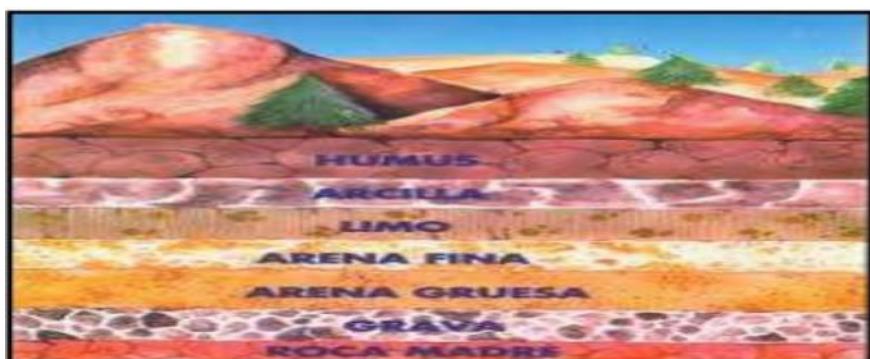


Figura 4: ONU- Medio Ambiente

Clasificación del suelo son grupos de acuerdo con su comportamiento de ingeniería, se clasifican de acuerdo con sus diversas características, tamaño del grano y plasticidad del suelo, y también se utilizan comúnmente en suelos. Estos son el Sistema AASHTO y SUCS. (Das, 1985,p.28)

Para clasificar un suelo es necesario antes hacer el ensayo granulométrico para que esto sean organizado de acuerdo a sus características y según al criterio de uso los criterios de clasificación son: la química, la geología, el clima, genética, numérica, bases morfo métricas y conforme a su técnica de uso.

También Balasubramanian (2017) en su revista Technical report define que:

The natural soil composed of solids (organic matter and minerals), gases and liquids which are found on the surface of the earth. The soil is characterized by being vital in the world since without the soil there would be no life, much less buildings. Soils are distinguished from the initial material as a result of additions, transfers and losses, transformations of energy and matter or the support capacity of a building. This material is not evenly distributed due to the properties that vary due to several factors. and there are many types of soils and these are classified according to their size or taxonomy systems. (p. 2)

Sistema de Clasificación AASHTO se desarrolló en el año 1929 como un sistema de clasificar los servicios públicos de carreteras.

El sistema de calificación AASHTO se divide actualmente en siete grupos principales, de A-1 a A-7. Los terrenos clasificados en las clases AI, A-II y A-III que son granulares en los que el 35% o menor de las partículas que pasan por un tamiz número 200, de los terrenos los cuales mayor a 35% pasen por un tamiz número 200. Está dividido en grupos AA, A-7, A-6 y A-5. En plural ellos están compuestos por materiales como arcillas y limo. El sistema se clasifica en los posteriores criterios: tamaño de grano, plasticidad y más.(Das, 1985,p.35)

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra que pasa la malla No. 200)						
	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Ánalisis por cribado (porcentaje que pasa las malla)							
No. 10	50 máx.						
No. 40	30 máx.	50	51 máx.				
No. 200	máx.		10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
	15 máx.	25					
	máx.						
Características de la fracción que pasa la malla No. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 min.	40 máx.	41
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	min.			
				10 máx.	10 máx.	11 min.	11
				min.			
Tipos usuales de materiales componentes significativos	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina				
				Grava y arena limosa o arcillosa			
Tasa general de las subrasantes			De excelente a bueno				
Clasificación general							
Materiales limo-arcilla (más del 35% de la muestra que pasa la malla No. 200)							
Clasificación de grupo	A-4	A-5	A-6	A-7			
Ánalisis por cribado (porcentaje que pasa las malla)							
No. 10							
No. 40							
No. 200	36 min.		36 min.	36 min.	36 min.		
Características de la fracción que pasa la malla No. 40							
Límite líquido	40 máx.		41 min.	40 máx.	41 min.		
Índice de plasticidad	10 máx.		10 máx.	11 min.	11 min.		
Tipos usuales de materiales componentes significativos		Suelos limosos		Suelos arcillosos			
Tasa general de los sobrantes			De mediano a pobre				
<ul style="list-style-type: none"> • Para A-7-5, PI < LL - 30 • Para A-7-6, PI > LL - 30 							

Tabla 2: **Sistema de Clasificación del suelo según AASHTO**

Fuente: Braja M. das (1985)

En la tabla 01, la clasificación del suelo según la norma AASTHO la clasificación general es según los grupos, según los materiales granulares de 35% a menor que

pasen el tamiz número 200 y los materiales arcillosos y limosos que además del 35% pasen la malla número 200.

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos está clasificado por Casagrande en el año 1942 para la operación de aeropuertos por parte de ingenieros del ejército durante la segunda guerra mundial. Es un sistema se divide en dos grandes categorías.

Tabla3: Clasificación según (SUCS), para suelos de tipo grava

Símbolo de grupo	Criterios
GW	Menos de 5% pasa a la malla N° 200; $C_{10}=D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual que 4; $C_2=(D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
GP	Menos de 5% pasa por malla N° 200; no cumple ambos criterios para GW
GM	Más de 12% pasa por la malla N° 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 por la malla N° 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12) o el índice de plasticidad menor que 7
GC-GM	Más de 12% pasa por la malla N° 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
GW-GM	El porcentaje que pasa por la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW Y GM
GW-GC	El porcentaje que pasa por la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW Y GC
GP-GM	El porcentaje que pasa por la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP Y GM
GP-GC	El porcentaje que pasa por la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP Y GC

Fuente: Braja (1985)

Según la Tabla 2, es un tipo de grava-arena, menor al 50% del cual pasa a través de la celda número 200.

Según Tabla 5, terrenos de grano fino, el 50% o mayor de los cuales pasa por la ranura 200. Los símbolos de clase empiezan con el prefijo M para limo inorgánico, C para arcilla inorgánica o para arcillas orgánicos y limos.

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

Simbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla N° 200; $C_U = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual que 6; $C_Z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa por malla N° 200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Mas de 12% pasa por la malla N° 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la linea A (figura 2.12) o el indice de plasticidad menor que 4
SC	Mas de 12% pasa por la malla N° 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la linea A (figura 2.12) o el indice de plasticidad menor que 7
SC-SM	Mas de 12% pasa por la malla N° 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
SW-SM	El porcentaje que pasa por la malla N° 200 esta entre 5 y 12; cumple los criterios para SW Y SM
SW-SC	El porcentaje que pasa por la malla N° 200 esta entre 5 y 12; cumple los criterios para SW Y SC
SP-SM	El porcentaje que pasa por la malla N° 200 esta entre 5 y 12; cumple los criterios para SP Y SM
SP-SC	El porcentaje que pasa por la malla N° 200 esta entre 5 y 12; cumple los criterios para SP Y SC

Fuente: Braja (1985)

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

Simbolo de grupo	Criterios
CL	Inorgánico; $LL < 50$; $PI > 7$; se grafica sobre o arriba de la linea A (véase zona CL en la figura 2.12)
ML	Inorgánico; $LL < 50$; $PI < 4$; se grafica debajo de la linea A (véase zona ML en la figura 2.12)
OL	Inorgánico; $(LL - \text{seco horno}) / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL < 50$ (véase zona OL en la figura 2.12)
CH	Inorgánico; $LL \geq 50$; PI se grafica sobre o arriba de la linea A (véase zona CH en la figura 2.12)
MH	Inorgánico; $LL \geq 50$; PI se grafica debajo de la linea A (véase zona MH en la figura 2.12)
OH	Inorgánico; $(LL - \text{seco horno}) / (LL - \text{sin secar}) < 0.75$; $LL \geq 50$ (véase zona OH en la figura 2.12)
CL-ML	Inorgánico; se grafica en la zona sombreada en la figura 2.12
Pt	Turba, todos 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, terrapienes, erosión de canales.														
GP	++	+++	++	+++	Mantos de presas y erosión de canales.														
GM	++	-	++	+++	Cimientos con flujo de agua.														
GC	++	-	+	++	Núcleos de presas, revestimientos de canales.														
SW	+++	++	+++	+++	Terrapienes y cimentación con poco flujo.														
SP	m	++	++	++	Diques y terrapienes 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 no es erodable.														
OL	M	-	--	M	No recomendables, máximo si hay agua.														
MH	-	-	-	--	Inaceptable en cimentaciones o bases (hinchable)														
CH OH	--	--	--	--	Inaceptable en cimentación (hinchable) Inaceptable en cimentaciones o terrapienes.														
CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAL	Facilidad de Tratamiento en obra		Permeabilidad	Resistencia al corte	<table border="1"> <tr> <td>Sobresaliente</td><td>+++</td></tr> <tr> <td>Muy alto</td><td>++</td></tr> <tr> <td>Alto</td><td>+</td></tr> <tr> <td>Moderado</td><td>m</td></tr> <tr> <td>Deficiente</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Bajo</td><td>--</td></tr> <tr> <td>Muy bajo</td><td>--</td></tr> </table>	Sobresaliente	+++	Muy alto	++	Alto	+	Moderado	m	Deficiente	-	Bajo	--	Muy bajo	--
Sobresaliente	+++																		
Muy alto	++																		
Alto	+																		
Moderado	m																		
Deficiente	-																		
Bajo	--																		
Muy bajo	--																		
Permeabilidad																			
Resistencia al corte																			
Compresibilidad																			

Fuente: Terzaghi

Tabla 8: Diferencias entre gravas y arenas

DIFERENCIAS ENTRE GRAVAS Y ARENAS	
Gravas (> 2 mm) Arenas (entre 0.006 y 2mm)	
Los granos no se apelmazan, aunque estén húmedos, debido a la pequeñez de las capilares.	Los granos se apelmazan si están húmedos, debido a la importancia de las tensiones capilares.
Cuando el gradiente hidráulico es mayor que 1, se producen en ellas flujo turbulento.	No se suele producir en ellas flujo turbulento, aunque el gradiente hidráulico sea mayor que 1.

Fuente: Terzaghi

Tabla 9: Diferencias entre arenas y limos

DIFERENCIA ENTRE ARENAS Y LIMOS	
Arenas (entre 0.06 y 2 mm)	Limos (entre 0.002 y 0.06mm)
Partículas visibles.	Partículas invisibles.
En general no plásticas.	En general, algo plásticas.
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 erosionados 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

Tabla 10: Diferencias entre limos y arcillas

DIFERENCIA ENTRE LIMOS Y ARCILLAS	
Arenas (entre 0.002 y 0.06 mm)	Arcillas (<0.002 mm)
No suelen tener propiedades coloidales. 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. Tacto aspero. Se secan con relativa rapidez y no se apegan a los dedos.	Suelen tener propiedades coloidales. Consiste en su mayor parte en minerales arcillosos. Tacto suave Se secan lentamente y se pegan a los dedos.
Los terrenos secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos.	Los terrenos secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos.

Fuente: Terzaghi

La subrasante 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 subrasante debe cumplir con un estándar mínimo de CBR mayor al 6%, si un suelo tiene una baja capacidad portante es necesario que se estabilice o se cambien de material por otro que si este dentro de las normas establecidas por el MTC. Según la norma AASHTO:

La subrasante brinda un soporte justo y sin alteraciones bruscas con un valor del soporte, es afirmar que la subrasante debe tener una alta capacidad portante para soportar todas las cargas que se le transmiten. (AASHTO 93, Cap. 2, p. 5).

La subrasante es lo principal ya que sirve de soporte o base para la estructura de cualquier tipo de pavimento. Para saber si la subrasante es aceptable o no, es

necesario realizar pruebas como distribución granulométrica, plasticidad del terreno, resistencia al corte del suelo, el drenaje, etc

Tabla11: Categorías y CBR de la sub rasante

CATEGORIAS 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	De CBR ≥ 30%

Fuente: MTC (2013)

La capacidad portante del suelo deberá 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 afirma la revista “La capacidad portante de la subrasante o terreno es la cimentación, la cual, por supuesto, debe soportar todas las cargas que se le transmiten, ya sean estructuras viales, hidráulicas o de edificación, deben soportar todo el peso sin ceder” (2017, p.2).

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.

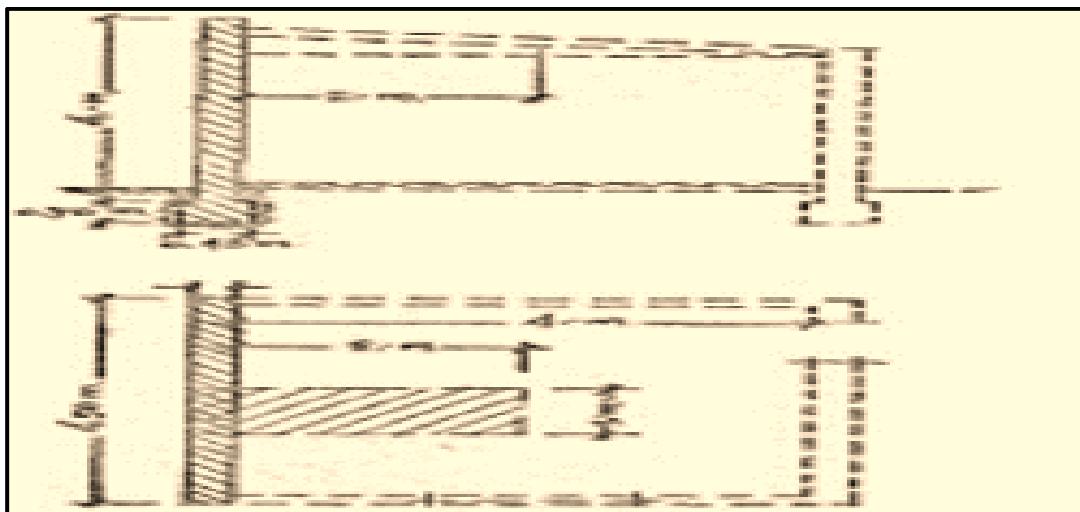


Figura 5: capacidad portante del suelo

La estabilización del suelo, Mejora las características mecánicas, físicas del terreno por medio de un proceso mecanicos y la adición de frutos naturales, químicos como estabilizantes, que se suelen aplicar en suelos con pavimento insuficiente o imperfecto. La estabilidad de los suelos cementosos, calcáreos, asfálticos, etc. Por otro lado, cuando la capa base granulada o la capa base granulada es estable para la obtención de un material de mayor calidad de capa base tratada o capa base granulada.

En este proyecto de investigación, se utilizarán bolsas de LDPE para estabilizar el suelo. (polietileno de baja densidad) (Ministerio de Transportes y Comunicación MTC, 2013.p113)

Los ensayos para hacer la estabilizar el 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 plástico y límite líquido, Proctor modificado en la cual se hallara el contenido de humedad versus, CBR y la máxima densidad seca para decidir la calidad del suelo.

El contenido de humedad, es el relato que existe entre la cantidad o masa de la guía que existe en una muestra en su estado normal y el peso de la misma del muestreo que después de sacarla del horno, en la que se detecta. a temperaturas de 105 ° - 110 ° C.

Según Ministerio de Transportes y Comunicación (MTC, 2013) La limitación de humedad es consistente con la humedad óptima lograda en las pruebas de suelo CBR de Proctor, aunque la infiltración ocurre en un grado que equivale, el experto demuestra condensación del suelo común y la contribución de humedad útil. Si la saturación es mejorar la humedad y de acuerdo con la saturación del terreno, se considerará aumentar la fuerza de compactación, oxigenar la superficie. (p 30).

El análisis granulométrico, determinar del número de partículas de terreno de diferentes tamaños, expresada como porcentaje. Existen diferentes procedimientos para determinar del reparto del tamaño de partículas de un terreno en particular. Para clasificar los granos gruesos por magnitud, el cribado se lleva a cabo a medida que crece el tamaño de grano, el cribado se vuelve más difícil que el asentamiento.(Villalaz, 1980,p.46)

Es el reparto según tamaño de las muestras que pasen por los distintos tamices según las especificaciones técnicas según. Cañar Tiviano (2017) definió:

El análisis granulométrico es un proceso por donde pasan las partículas según su tamaño de tal modo que se puedan reconocer las partículas que pasan por las distintas mallas de acuerdo al tamaño de la partícula hasta limo que pasara por la malla N° 200, por tanto es necesario realizar una prueba de tamaño de partícula para comprender y evaluar las siguientes características: porosidad, teniendo en cuenta la proporción de aire por unidad de volumen, que afectará la densidad del terreno, la permeabilidad depende del tamaño de los poros, porque estos determinar el movimiento del agua en el medio poroso Velocidad, la resistencia a la fuerza de corte depende del ángulo de fricción interna, porque esto se refiere a la capacidad de las partículas para interactuar entre sí para resistir la fuerza de corte. (p. 13)

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

Tabla 13: *Tamaño de mallas estándar*

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 la prueba de granulometría para la clasificación de los terrenos con las cantidades que quedan retenidos en cada tamiz se realiza una gráfica semi logarítmica.

La curva o gráfico de tamaño de partícula representa la prueba de granulometría. Esto se presenta en un papel llamado Log-normal porque tiene una escala horizontal logarítmica y una escala vertical natural.(Cañar Tiviano, 2017,p.14)

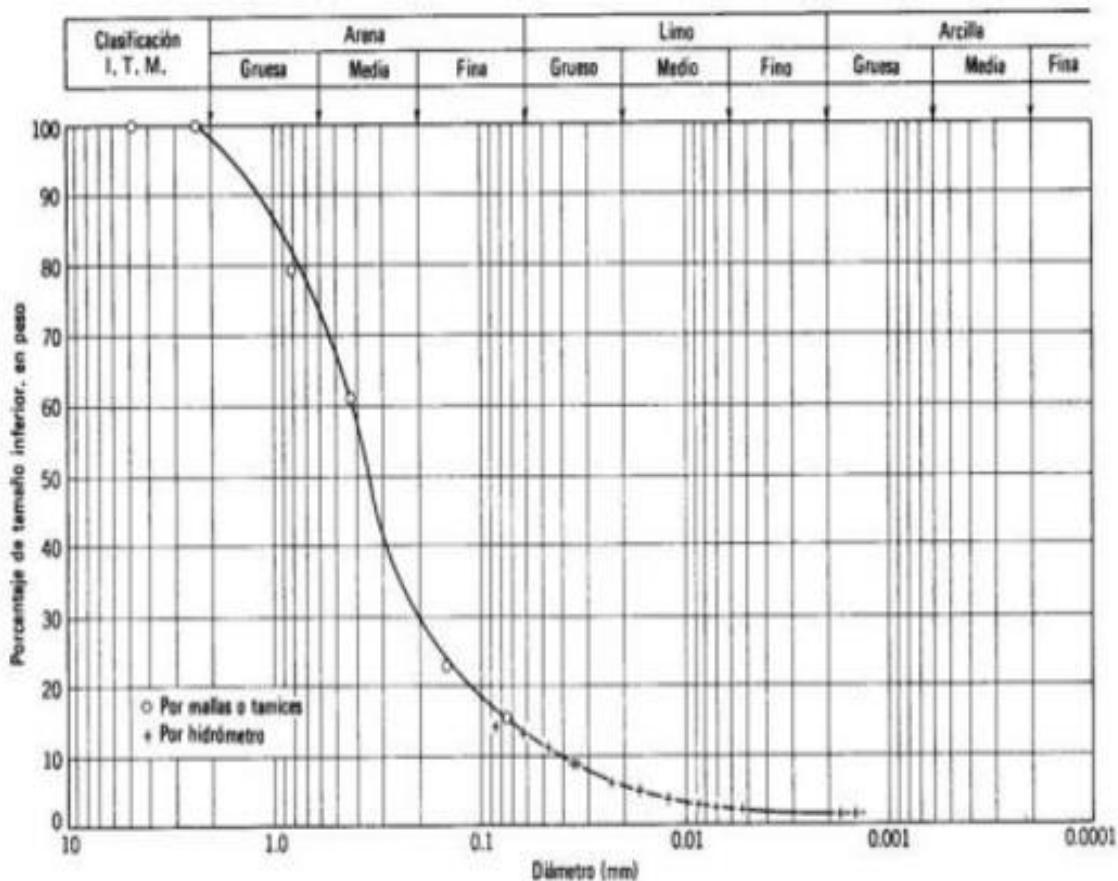


Figura 6: Gráfica granulométrica

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 la proporción 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
	Arcilla
	0.075 mm – 0.005 mm
	Menor a 0.005 mm

Fuente : MTC

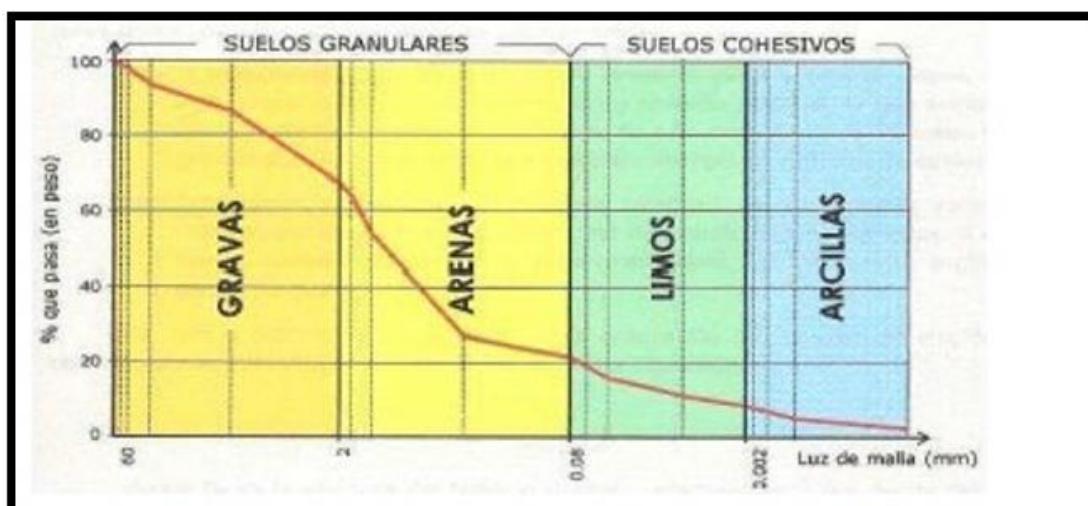


Figura 7: Curva granulométrica de suelos

El peso específico este es un tipo de prueba que tiene como objetivo determinar la gravedad específica de diferentes tipos de terreno que pasaron por diferentes 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 de la gravedad específica de los terrenos de grano fino generalmente se determina con un picnómetro, es decir, midiendo la masa de agua desplazada por una muestra de suelo ".

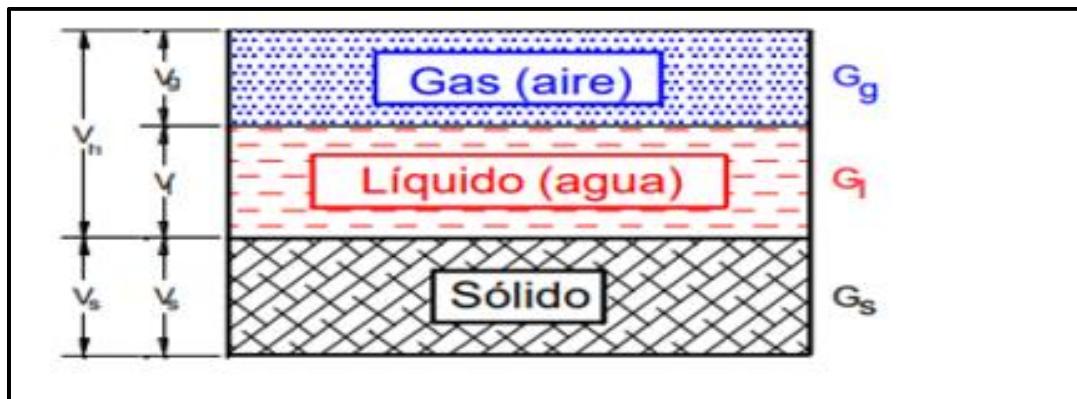


Figura 8: Estructura del suelo según su peso específico

Los límites de atterberg llamados límites de contenido de humedad, que caracterizan 4 estados de consistencia: sólida, semisólida, plástica, líquida y semilíquida. (Gómez, 2009,p.19)

El límite líquido, esto se determina a través de un ensayo y la cuchara de Casagrande debe estar estandarizado. El ensayo se mide el contenido de H₂O del muestreo 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 la 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 y se combina con agua destilada. Según Serrano Guzmán et al., (2013).

Para realizar el procedimiento de restricción de fluidos, las muestras deben ser mezcladas, asegurando que el contenido de agua requerido para la prueba entre 25-35 golpes de plato, hasta que se cierre la ranura que se haya realizado con la canalización. (p. 7)

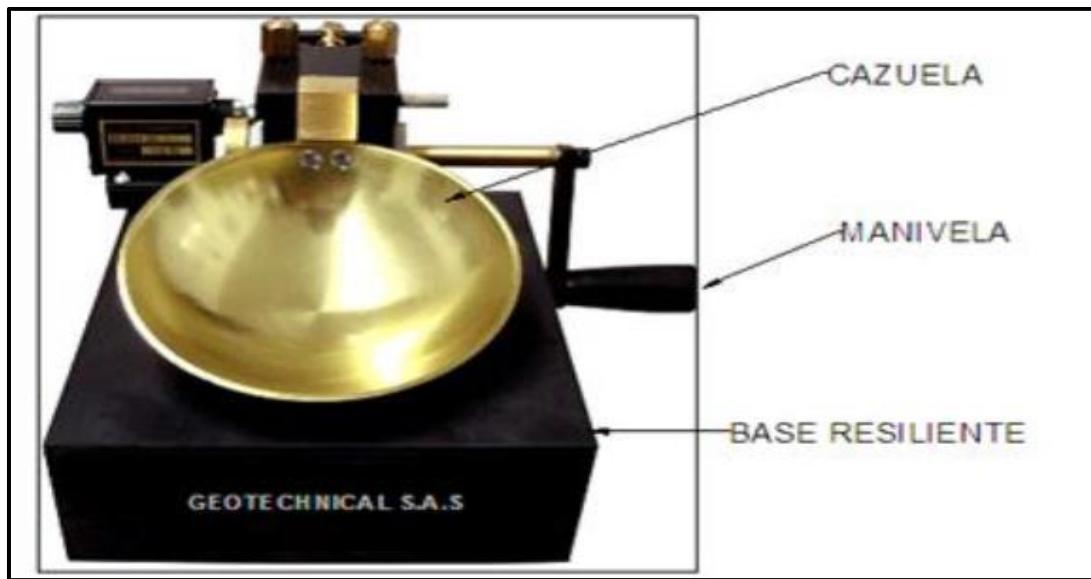


Figura 9: Cuchara de Casagrande

El límite plástico se determinó realizando pequeños cilindros con las palmas de la mano de aproximado de 3 mm de diámetro y con un largo 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 debo haber pasado por el tamiz N° 40 del ASTM o 0.40 UNE. Según Bowles: “El límite de plasticidad se determina en el laboratorio con los muestreos que pasando por un tamiz # 40 haciendo los cilindros a mano y en un lugar liso”. (Bowles, 1981, p.16)

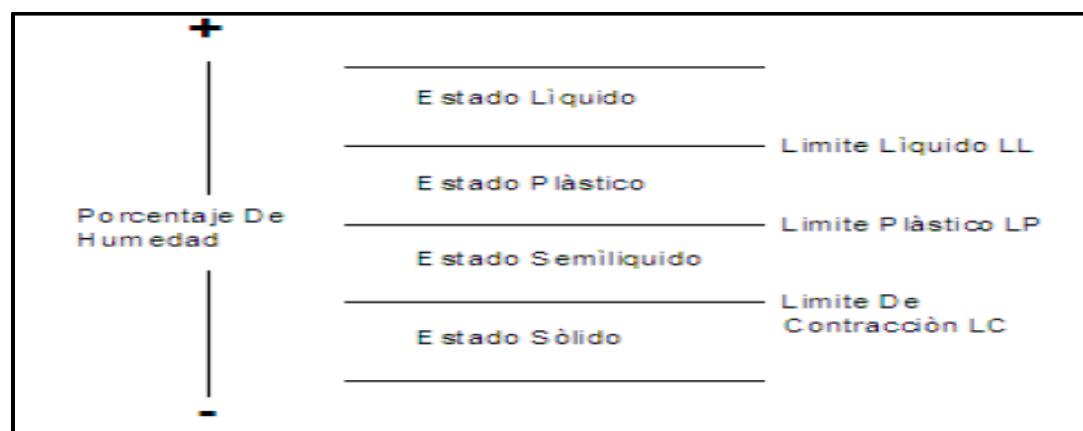


Figura 10: Estados del suelo



Figura 11: Cilindros de muestra

El índice de plasticidad, Ya que se determinó los dos ensayos anteriores como el WI y Wp entonces el índice de plasticidad se determina mediante la resta de los entre los valores límite líquidos y los valores límite de plasticidad.

$$IP = LL - LP$$

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

Un índice de plasticidad que se aumenta el mínimo en el contenido de humedad en el terreno lo transforma de un semi sólido al estado deseado, es decir, es muy bueno para los cambios de humedad. Por otro lado, el indicador de plasticidad noble indica que para la transición del suelo de un estado semisólido a un estado líquido, es necesario agregarle una gran cantidad de agua.(Botía Diaz, 2015, p.47)

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 seco del muestreo del terreno a esto se le llama la curva de compactación. Según Scott et al., (2012) definen que:

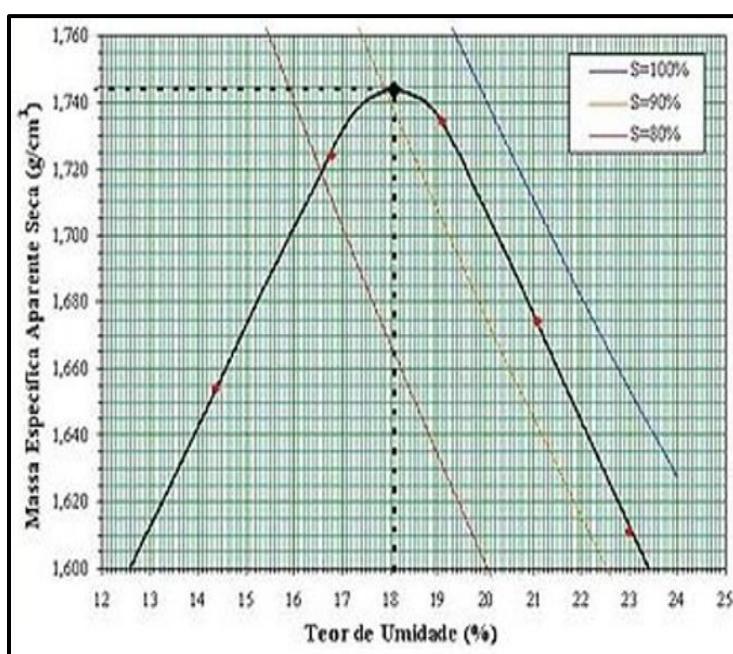
The test will cover the compaction processes used in the laboratory for the determination in relation between H₂O content and dry gravity. (compaction curve)

compacted 4 or 6 inches (101.6 or 152.4 mm) in diameter with 10 lbf (44.5 N) 18 " (457 mm) drop with 56.000 lb-ft / ft³ (2.700 kN-m / m³) (p. 5)

Comprar el suelo hace que esto incremente la densidad del material para obtener los beneficios de suma importancia como reducir 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 desliarse adecuadamente. (Gómez, 2009, p.3)

Figura 12: Curvatura de compactación, se obtiene el óptimo contenido de humedad y la masa específica



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

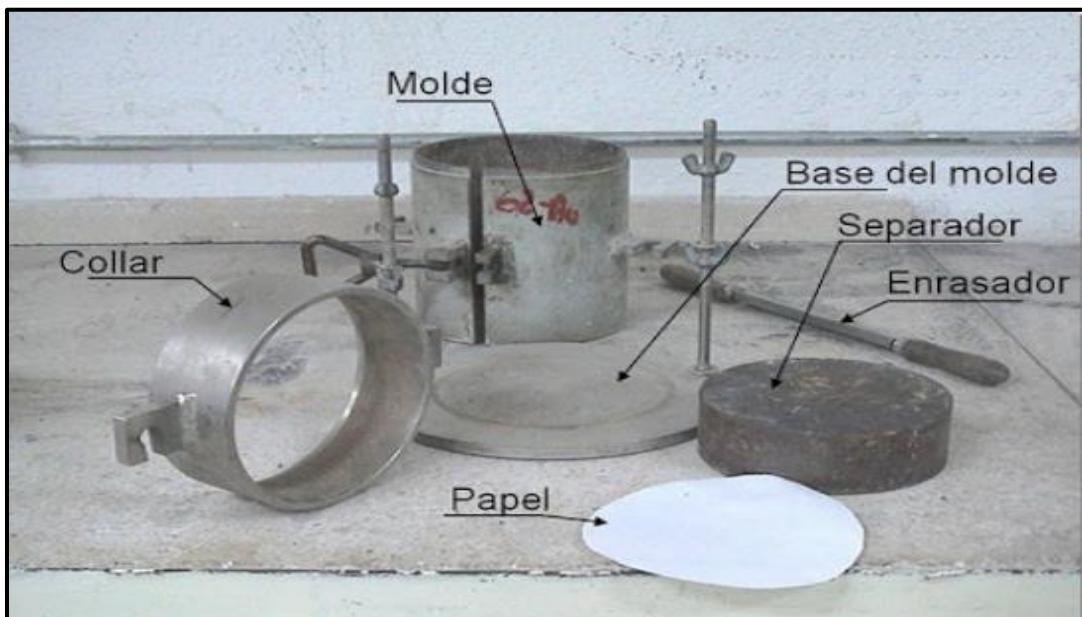


Figura 13: Equipo de compactación de Proctor modificado

El CBR es el método geotécnico, que fue presentado en 1929 por T.E. Stanton y O. Porter en California, Europa y América, C.B.R. Es un método de clasificación del terreno para ser usado como subrasante o material base en la elaboración de vías que mide la resistencia al corte del terreno en condición de ser controlada la humedad y densidad, permitiendo que (%) se derive de una relación estable.

CBR (%) se define como una energía requerida para penetrar un pistón estandarizado hasta un profundo especificado, expresada como un porcentaje de la fuerza requerida por el pistón para penetrar en el mismo interior y a la misma velocidad, en una muestra estandarizada que consiste en una muestra 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 de la ejecución de una vía. Según Sánchez et al., (2002):

La prueba de desalinización de apoyo de California es una prueba de calidad del suelo que se determina considerando la resistencia de una muestra. La abreviatura CBR significa California Bearing Ratio. Sin embargo, otros países, como México, usan diferentes abreviaturas VRS. (p.25).

Este ensayo se realiza para verificar la capacidad de soporte o portante de los terrenos 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.

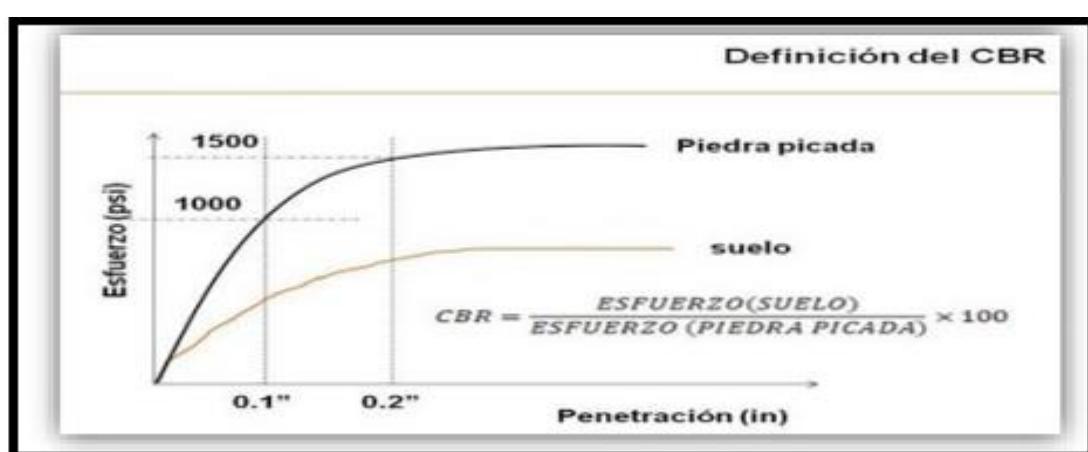


Figura 14: Definición gráfica del CBR de laboratorio

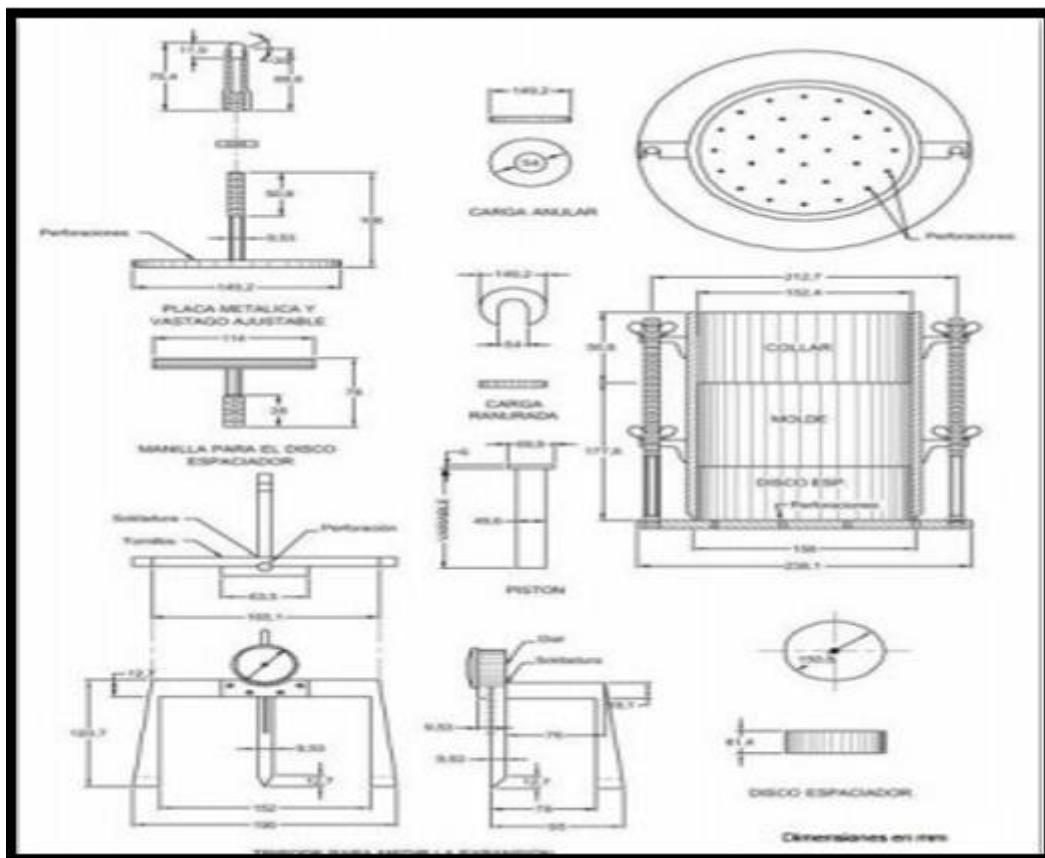


Figura 15: Materiales para el ensayo CBR

Propiedades mecánicas del concreto para un pavimento rígido se dará a saber que se acerca a 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 flexible y rígido.

¿Qué es un pavimento? El pavimento en general es la base o la capa de una construcción. El pavimento se revierte con distintas materias como, por ejemplo: piedras, concreto, asfalto, madera, etc. Según: Giordani & Leone (2010): Un pavimento es una estructura de carretera de comunicarse, formado por varias capas de materia en el terreno, que ya es apta para soportar a todas las personas que puedan pasar por él, cuya función principal es la circulación de vehículos (p. 3).



Figura 16: Pavimento

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

El pavimento Flexible, Por lo general el pavimento asfáltico es el más económico y una vida de aproximadamente de 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:

Un recubrimiento flexible es un recubrimiento en el que las capas tienen una baja resistencia a la flexión por tracción, absorbiendo todas las tensiones desde la resistencia hasta el esfuerzo cortante, 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 de ingeniería, 1988, p. 4).



Figura 17: Estructura del pavimento flexible

El pavimento rígido consta de una subrasante, una subestructura y una losa de hormigón hidráulico. y requiere del refuerzo del acero, este tipo de pavimento tiene un costo muy elevado al principio y su periodo de vida útil esta entre un aproximado ya que esto depende del diseño de 20 a 40 primaveras 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 vital ya que consiste en una losa de concreto de hidrocemento que es lo suficientemente gruesa para resistir las tensiones transmitidas por las transiciones a la subrasante y subrasante. La participación de la losa es uniforme. (p.10)

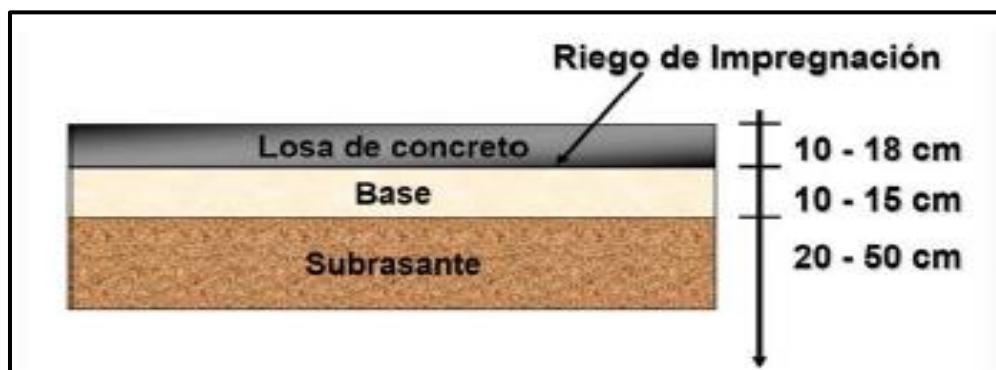


Figura 18: Estructura del pavimento rígido

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. Según Road san transport departamento define que:

If you talk about the pavimento there are two types of pavement, asphalt pavement and reinforced hormigon pavement and they are based on design considerations, i.e. rigid and flexible floors. The difference between the two pavements is based on how the loads are distributed on the subgrade, that is, in an asphalt pavement the transfer of loads occurs in a punctual way, and this leads to the fact that when passing temporary loads they will experience strong impacts. instead, the loads that are transferred to the hard surface wear away and this causes the entire slab to function smoothly. (2016, p.1)

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 transmiten 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.

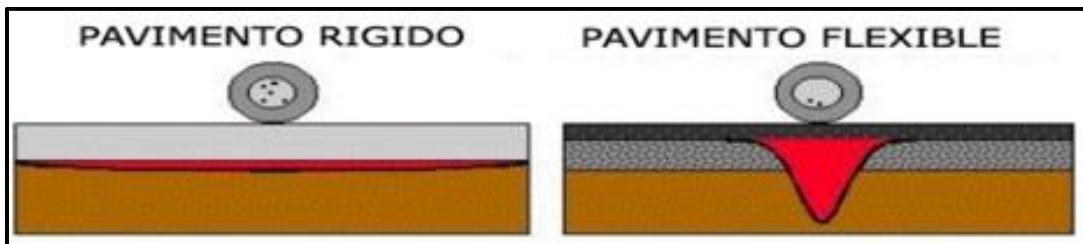


Figura 19: Diferencias de transmisión de carga de un pavimento flexible y rígido

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.

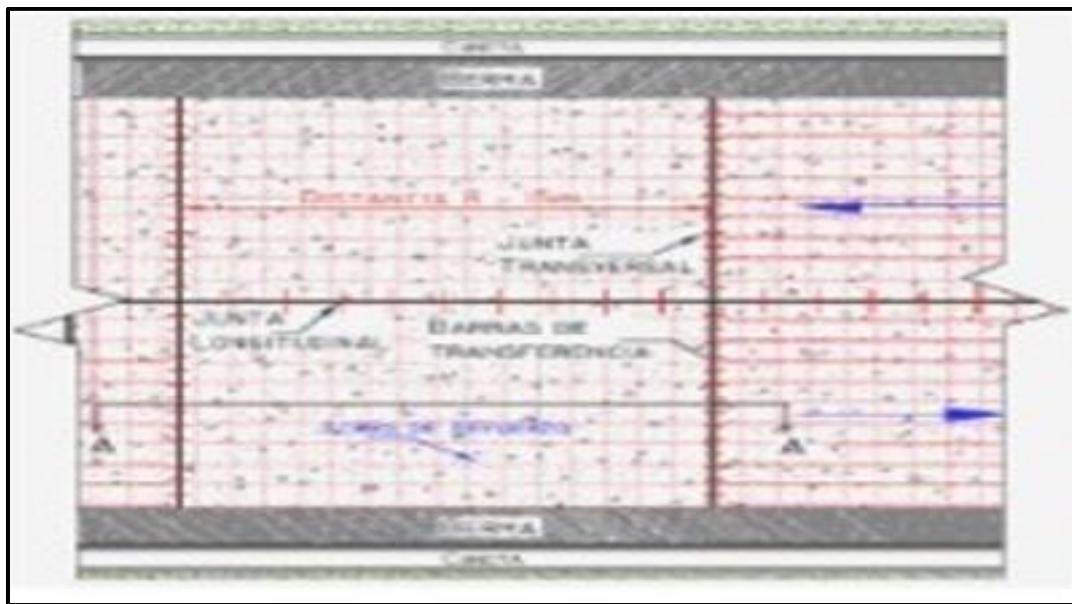


Figura 20: Estructura del pavimento de concreto simple



Figura 21: Estructura del pavimento de concreto simple vista en perfil

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 15 y 10 cm y en las denominadas 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).

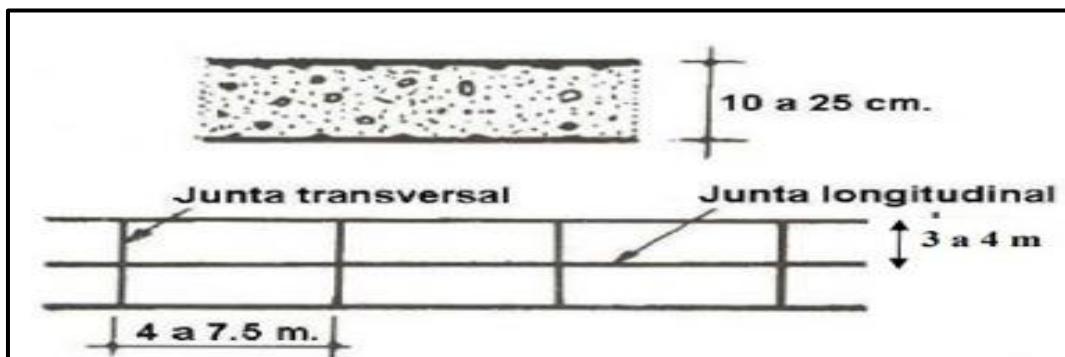


Figura 22: pavimento de concreto simple sin pasador

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 distribuir 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).

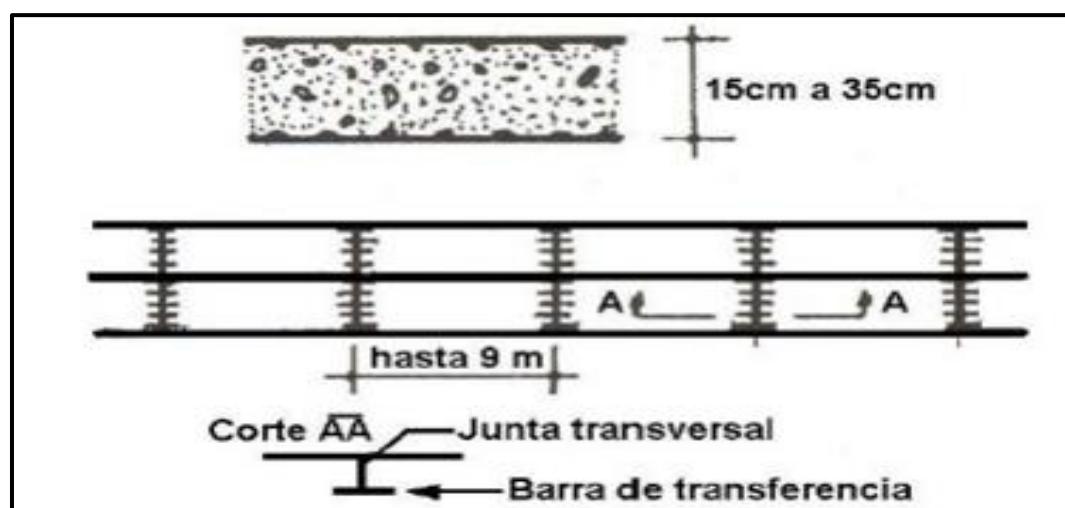


Figura 23: Pavimento de concreto simple con pasador

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.

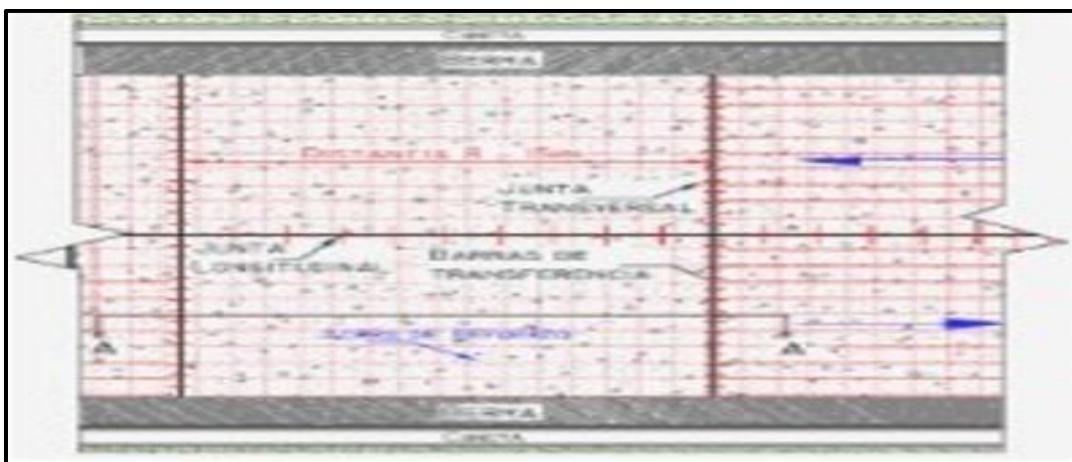


Figura 24: Estructura del pavimento reforzado con junta

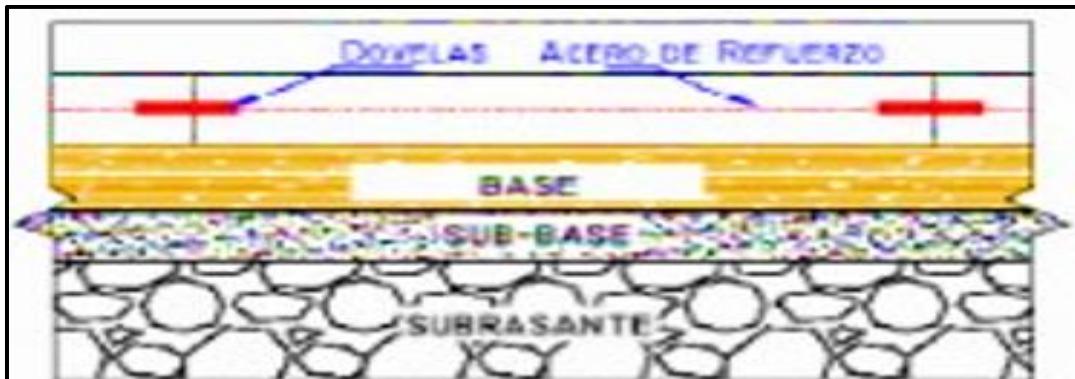


Figura 25: Estructura del pavimento reforzado con junta vista en perfil

Los pavimentos 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).

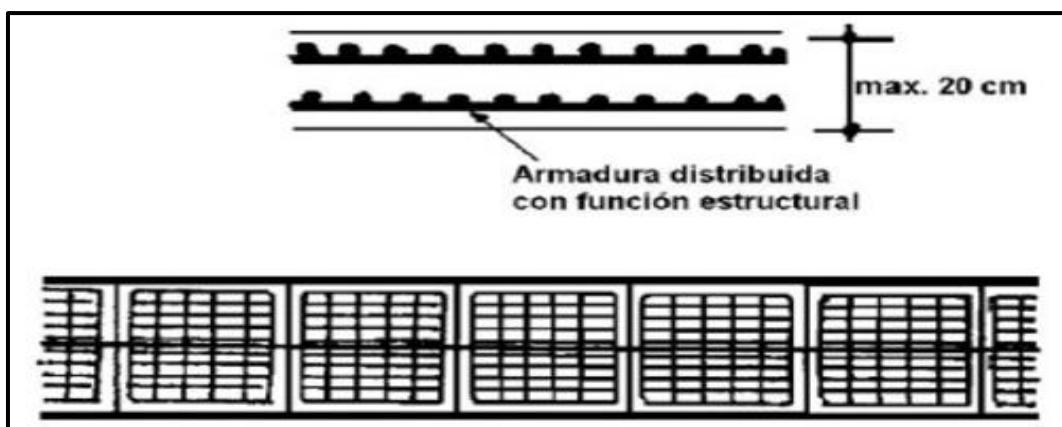


Figura 26: Pavimento de concreto reforzado con junta

El pavimento de concreto reforzado continuo, es un 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.

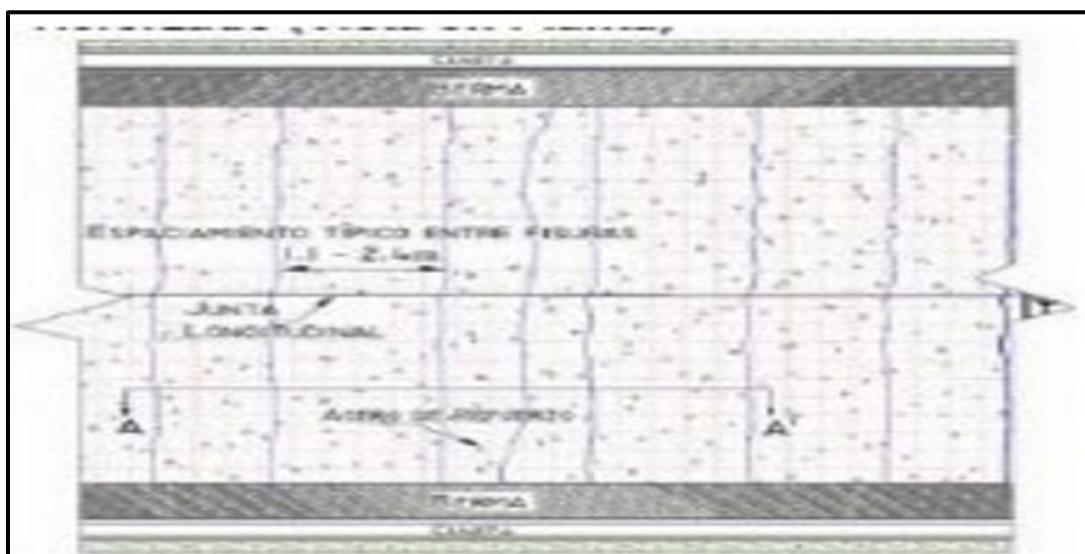


Figura 27: Estructura del pavimento de concreto reforzado continuo

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).

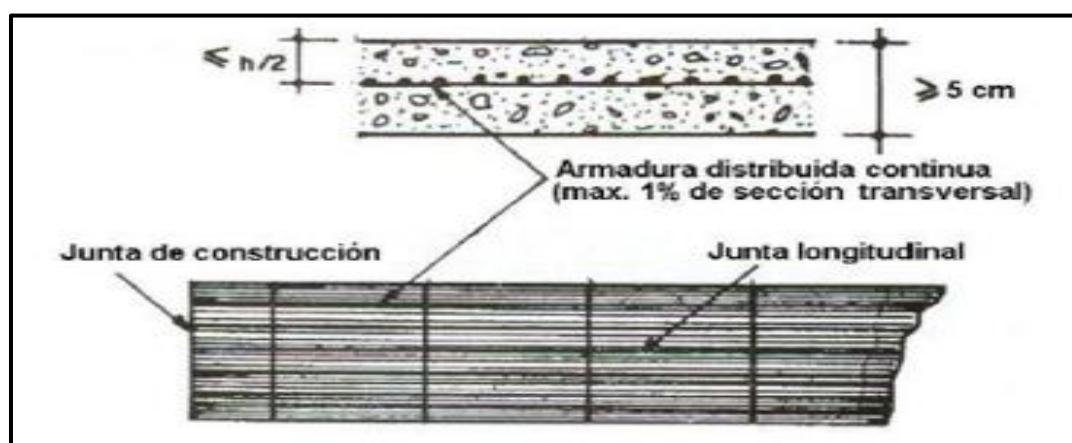


Figura 28: Pavimento de concreto reforzado de forma continua

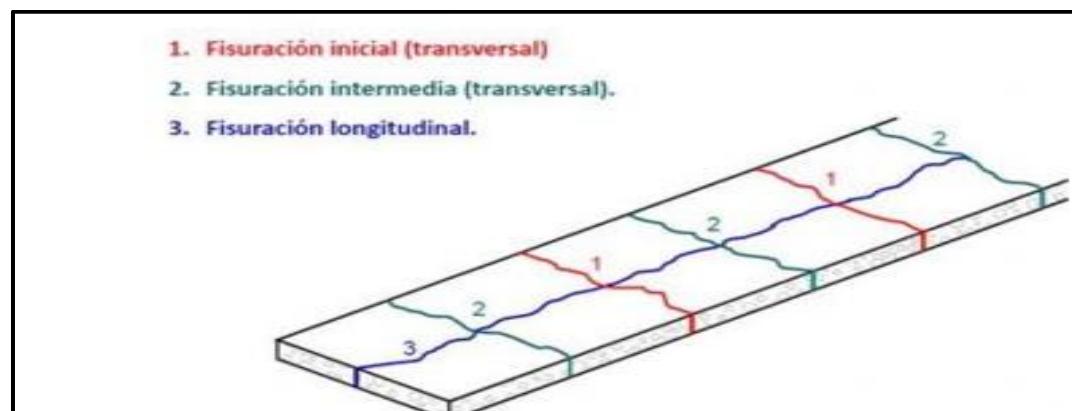


Figura 29: Tipos de fisuras en un pavimento rígido

Componentes principales del sistema

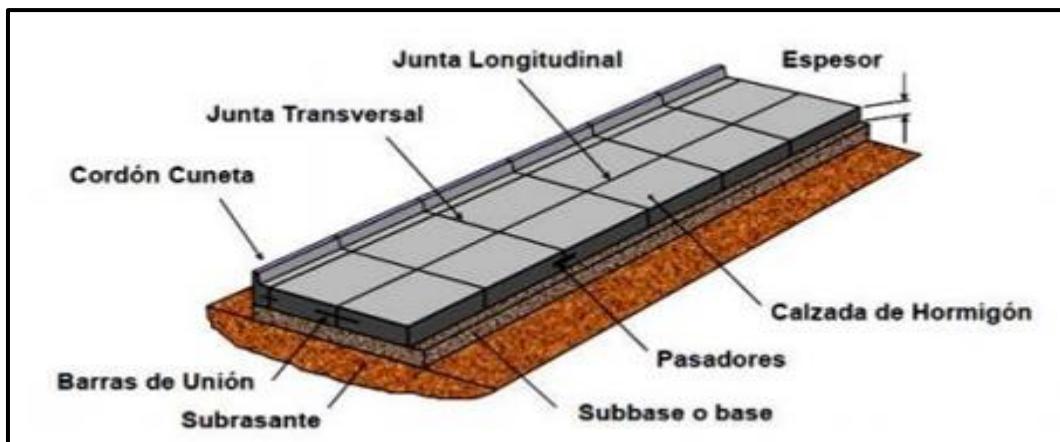


Figura 30: Componentes principales del pavimento rígido

Las juntas determinan las medidas o las dimensiones de la capa o losa de un pavimento y por ende controlan e impiden que se forman 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)

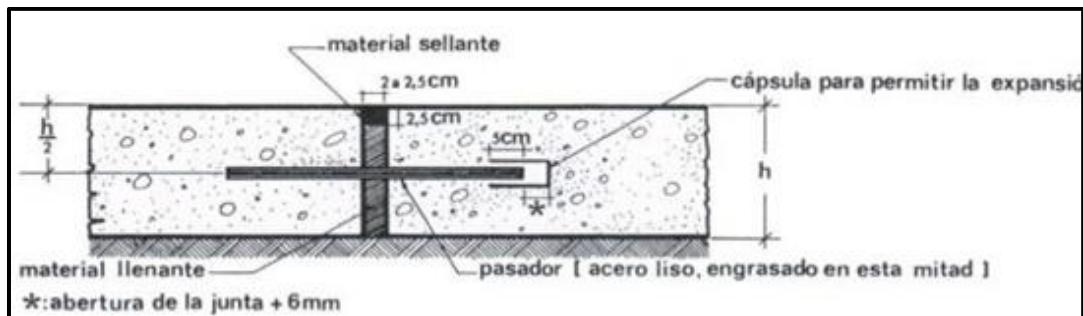


Figura 31: Junta de dilatación tipo I

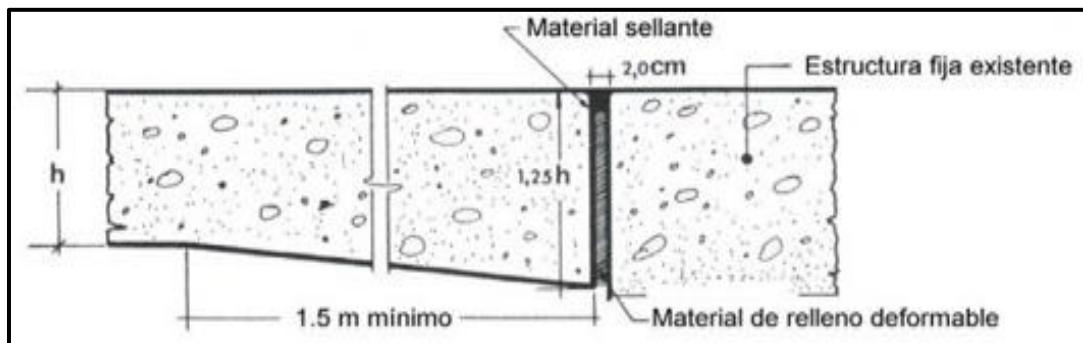


Figura 32: Junta de dilatación tipo II

Las juntas transversales o de contracción son aquellas que son construidas de forma transversal al eje central de la vía 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 muchas investigaciones que demuestran que el espesor del revestimiento, la rigidez de la base y finalmente el clima afectan la distancia máxima 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 requiere hasta de una hora en clima cálido y de hora y media en clima frío. 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 las juntas que son paralelas al eje central y controlan la fisuración por lo que 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 varillas lisas que se colocan en las articulaciones transversalmente 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 ejecuciones que se realizan 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 yaqué 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 los ensayos de resistencia de la compresión del hormigón 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 de 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 de estructura de concreto.



Figura 33: Resistencia de compresión

El ensayo de resistencia de compresión este es un tipo de pruebas 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.

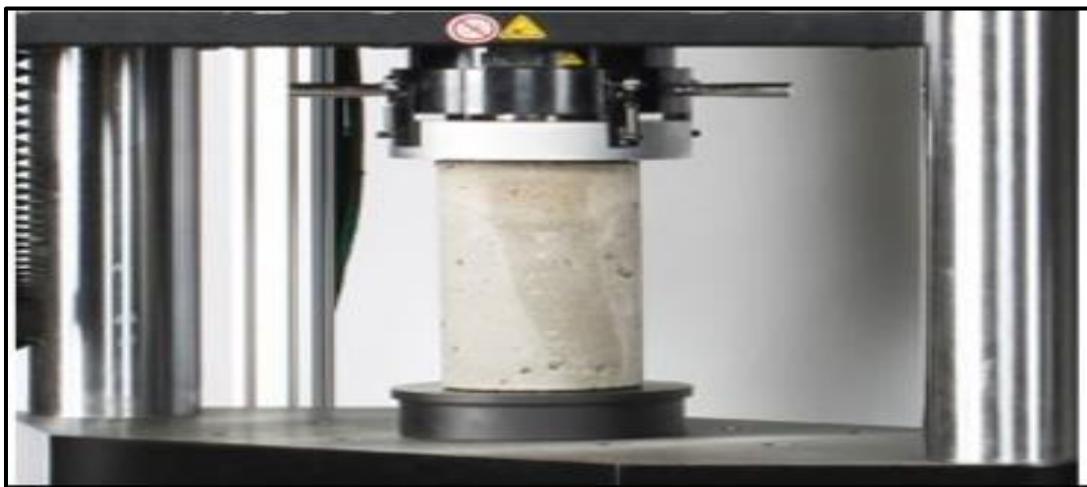


Figura 34: Ensayo de la compresión del concreto

La resistencia a la flexión, al realizar la prueba que es una forma de medir la resistencia a flexión o tracción del muestreo o del concreto también es una forma de mediar 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.

Tabla15: Método para hallar la resistencia a la flexión utilizando la resistencia a compresión

METODO PARA HALLAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION UTILIZANDO LA RESISTENCIA A COMPRESION DE TESTIGOS			
	Lote 1	Lote 2	Lote 3
MR, Mpa	5.03 (OK)	4.74 (?)	5.04 (OK)

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 d este ensayo optan por la correlación entre flexión y compresión que mayormente se usa para ver la calidad de un pavimento (2013, p. 2).



Figura 35: Ensayo a flexión ASTM C890

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

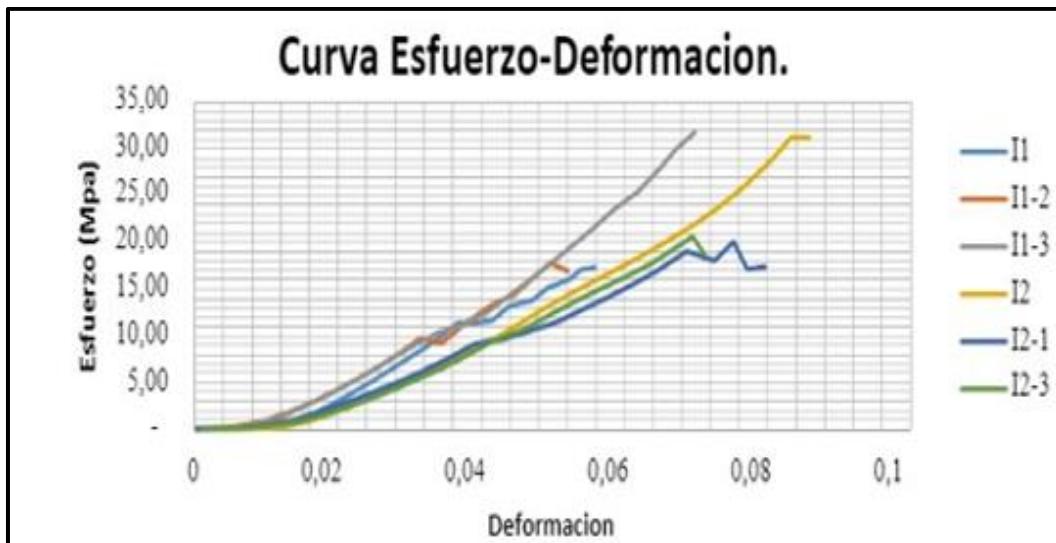


Figura 36: Curva esfuerzo – deformación

El ensayo de módulo de elasticidad, este tipo de ensayo brinda la relación a través del esfuerzo y la imperfección deformar el concreto y del mismo modo la relación entre longitudinal y lateral de una muestra de concreto endurecido. El módulo de la relación de elasticidad y poisson son aplicables en los esfuerzos de los trabajos que mide desde 0 hasta un 40% la resistencia última del hormigón según el 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).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

El presente estudio es de enfoque cuantitativo y diseño experimental, el enfoque cuantitativo utiliza información recolectada para evaluar las hipótesis basándose en una medición numérica, para la determinación de pautas de proceder y confirmar las teorías (Hernández y otros, 2014).

Tipo de investigación

a investigación corresponde en su propósito a la investigación aplicada, en su dirección es cuantitativa. Se califica por el hecho de que busca aplicar o utilizar los conocimientos adquiridos, al mismo tiempo que se adquieren otros, luego de la introducción y sistematización fundada en la tesis. (Vargas Cordero, 2009)

Diseño de la investigación

El diseño de estudio de este estudio es experimental en el sentido de que la variable independiente será manipulada para la observación cambios en la variable dependiente en una situación de control. Los diseños experimentales se utilizaron para que el investigador intente establecer el posible impacto de una causa alterada. (Hernández y otros, 1997). En la presente tesis se analizó los efectos de la ceniza de carbón y la tusa de maíz en la estabilización de la subrasante.

Nivel de investigación

El nivel es explicativo, ya que trata de establecer las causas de los hechos que se estudió. (Hernández y otros, 1997).

3.2 Variables Y Operacionalización

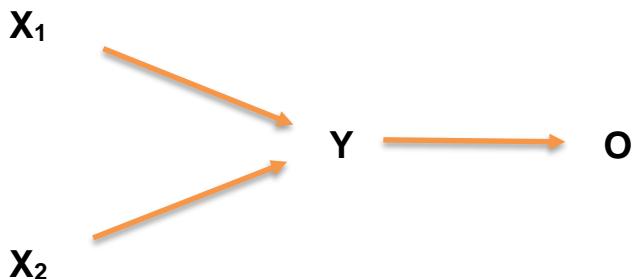
Variable independiente

Ceniza de carbón y tusa de maíz

Variable dependiente

Estabilización de la subrasante

Operacionalización de variables



Donde:

X₁: Variable independiente 1: ceniza de carbón

X₂: Variable independiente 2: tusa de maíz

Y: Variable dependiente: estabilización de la subrasante

O: Observación en la variable dependiente

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población

Hernández, 2010, señala lo siguiente: “la población debe posicionarse de concertación a la particularidad del contenido, tiempo, lugar”. Por esta razón, la población para esta investigación es la trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito de Coracora, Ayacucho.

Muestra

Una muestra es un conjunto de toda una población, es decir, una fracción de la población total que debe dividirse con precisión para conseguir resultados semejantes a lo que logre de cualquier lugar. (Hernández, 2014).

Por ende, en este estudio se tomó como muestra el km 0+00 al km 0+800 de la trocha carrozable Lomaspata – Coracora, distrito de Coracora.

Muestreo

Una porción representativa de habitantes que nos proporcionará la caracterización de toda la población que se estudia, lo que nos permitirá saber la población para poder obtener los resultados deseados. Para Marphol indica que:

El muestreo puede ser probabilística o no probabilística. Con el muestreo probabilístico, esto permitió saber la posibilidad de que un componente deba ser parte de la muestra, y seleccionar arbitrariamente, pero no probabilísticamente, los elementos pertenecientes a la muestra deben tener ciertos estándares y particularidad del investigador que considere necesarios. (2017, p. 4).

Por consiguiente, Pimienta indica que: "Improbability sampling, also known as a sample model, because the type of selection is arbitrary and convenient for the researcher, who will select it based on certain criteria based on population variables." (2016, p. 4).

Considerando lo que es la muestra, se clasifica como muestra no probabilística porque estas muestras son seleccionadas por el mismo investigador en base a ciertas características, como dos calicatas con una profundidad de 1,50 m para el lecho de la calzada.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se basan en el tipo de estudio que se realizará en esta situación, es un estudio científico según el tipo de investigación, pues cada tipo de estudio se tiene diferentes técnicas e instrumentos. Para Muñoz indica qué:

La tesis cuantitativa generalmente utiliza las siguientes técnicas y herramientas para recopilar datos: entrevistas, encuestas, observaciones sistemáticas, análisis de contenido, clases de discusión y grupos focales, pruebas de desempeño, registros para comparación, experimentos, técnicas de proyección, pruebas estadísticas famosas. (Revista de metodología de la investigación, 2016, p. 7).

Se utilizó la observación a través de técnicas empíricas para conocer las herramientas y técnicas que se utilizó para el presente estudio.

La técnica de la observación los investigadores pueden analizar instantáneamente lo que perciben a través de los criterios. La participación y observación del investigador se asemeja a un entorno visual con un potencial mucho mayor de interacción y dinámica, incluidas las observaciones que incluyen las observaciones del investigador. Orellana y Gómez (2015) indica que:

Durante la realización de la visualización es vital notar que el entorno en el que con situaciones se amplía la observación con el fin de, además de observar de la tecnología que agreguen intereses. En estudios cuantitativos, este tipo de técnica es más importante para la recolección de data. (Revista educativa, p.8).

El conocimiento de la observación, se propone que es importante, ya que durante varios tipos de pruebas será necesario observar cambios en el lecho del suelo con las dosis de ceniza de carbón y mazorcas de maíz en el suelo. para esto. poder la obtención de fruto del estudio con respecto a CBR si la CBR se mejora o disminuye progresivamente con dosis en porcentaje de 15%, 20% y 25%.

La técnica del experimento Le permite tener mayor confianza y precisión en el tema de la encuesta, porque de esta manera, los resultados de laboratorio pueden proporcionar cambios a través de pruebas y este tipo de tecnología experimental como parte de la ciencia para verificar el costo de construcción es costoso, porque los resultados son cruciales en el trabajo de investigación de los ingenieros civiles. Según Hernández, señaló: Que es un experimento es un estudio o encuesta en el que el investigador muta o manipula deliberadamente la variable independiente, y analiza u observa los resultados cuando la variable independiente afecta a la variable dependiente (Revista de educación metodológica, 2014, p. 7)

Para tener claro en qué consiste la técnica experimental, obviamente es imprescindible utilizarla, ya que está diseñada experimentalmente, lo que hace necesario manipular las variables independientes ceniza de carbón y tusa de maíz al combinar las variables dependientes. De esta forma, las hipótesis se pueden verificar mediante pruebas establecidas en la matriz operativa de las variables.

Los instrumentos de recolección de datos De acuerdo con el conocimiento de los expertos en ingeniería civil, profesionales y universidades para obtener resultados más confiables, y de acuerdo con los estándares requeridos, recolectar

datos como cuentas o cuestionarios. Estas herramientas se utilizan para varios tipos de estudio. Para cada estudio de colección diferente Se utilizarán herramientas. Según Cárdenas:

Un instrumento que ayuda a recopilar información se considera un instrumento de medida porque de él dependen los resultados del proyecto de investigación, por lo que cada instrumento debe ser suficiente o ser utilizado conscientemente por el investigador, ya que luego de la aplicación, cada herramienta será procesado para dar resultados. y conclusiones (2014, p. 7).

Aclarar las herramientas de recolección que se utilizarán en este estudio se utilizará diversas pruebas que se han establecido en la matriz de operación variable, utilizará técnicas de observación y experimentales, pues la calzada utilizará estabilizadores para ver sus reacciones, y aumentar o disminuir lo que tiene CBR, verificando así que los supuestos anteriores también son ciertos.

La validez de un estudio científico y metodológica es una prueba que menciona la precisión de los niveles en que se mide el instrumento esto dice que un estudio es legítimo si el instrumento utilizado solo mide lo que se pretende medir, que suele ser la calidad más destacada o importante. Según indica Corral:

La validez es una pregunta a la siguiente pregunta: ¿cuál es la relación entre el sacrificio y el universo según lo que medirá? Por ello, se conoce a la validez como una herramienta que solo debe medir lo que quiere medir. Al validar un escenario, debe estar muy familiarizado con las características, las características que desea investigar y cuáles esas características o características se conocen como variables. (2013, p. 5).

Conocer la validez se refiere a la validez del instrumento utilizado para desarrollar el estudio, en este caso será confirmado por tres ingenieros civiles colegiados que mencionarán las pruebas: Límites de Atterberg, Proctor modificado, Granulometría y CBR. Una vez realizadas las pruebas antes mencionadas, el responsable de verificar las pruebas realizadas será un ingeniero profesional en el laboratorio, firmando el certificado de las pruebas realizadas.

La confiabilidad en la investigación es fundamental porque será responsable de medir la confiabilidad de una herramienta, la cual debe estar libre de errores o inconsistente. En otras palabras, la confiabilidad debe garantizar que cuando se realizan múltiples mediciones según sea necesario, los datos que deben ser iguales o similares, lo que hará que el instrumento de medición sea estable independientemente. Según lo que indica Solano y Uzcategui (2017):

La confiabilidad se refiere al levantamiento de medida. La medida del utensilio es en una escala. Esta debe utilizarse similarmente en cualquier situación y lugar. Solo debe depender de si se está utilizando el mismo instrumento, porque es lo que puede garantizar la confiabilidad del instrumento debe ser un error cuando ocurre inestable en la aplicación. (Artículo científico, p. 4).

La confiabilidad de los instrumentos que se utilizarán para obtener los resultados de las pruebas se realizará luego de cerciorarse un buen estado, la certificación de los mismos utensilios, así como la calibración en la que se encuentran, será ser revisados, mínimo la discrepancia en los instrumentos especificados afectará inmediatamente los datos de la tesis.

3.5 Procedimiento.

El procedimiento en el estudio titulado Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho – 2021 la cual se planteó el problema general ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de carbon y tusa de maíz en las propiedades de la Subrasante en la trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito de Coracora, Ayacucho- 2021? luego se formularon los objetivos y las hipótesis. Para obtener resultados en el desarrollo de un proyecto de investigación, así como para brindar los resultados de un proyecto de investigación, las pruebas deben realizarse en un laboratorio, para este trabajo de investigación así se indicó al MTC, sin embargo, un Se debe construir foso para extraer muestras de la subrasante y realizar vigas y probetas para realizar sobre hormigón.

Como procedimiento general, se tomarán muestras de las fosas que se realizarán en este estudio para la calculación del contenido de humedad de las mismas, luego

se someterán a un análisis de tamaño de partícula, que mediante tamizado producirá muestras excelentes para los límites de Atterberg, y a través de en este caso se realizará el análisis del tamaño de partícula. clasifique el suelo de acuerdo con los métodos AASHTO y SUCS, luego se llevará a cabo la compactación del suelo utilizando la prueba Proctor modificada para calcular MDS. y O.C.H. Finalmente, se realizará una prueba CBR para la determinación de la resistencia del terreno natural. Después se realizó los ensayos con la adición de cenizas de carbón y mazorcas de maíz, partiendo de los límites de Utterberg para observar cómo esto afecta la plasticidad del terreno, después se realizó la compactación utilizando un Proctor modificado con la adición de cenizas de carbón. y mazorca de maíz en porcentajes de 15%, 20% y 25% para evaluar el cambio en MDS y OCH, y al final se realizará una prueba CBR se verá que tan favorable o desfavorable es la producción de ceniza y mazorca de maíz. suelo tratado.

Ubicación Geográfica

Nombre del proyecto:

“Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021”

Ubicación de la Zona de estudio:

El estudio se realizó en el Distrito de Coracora - Provincia de Parinacochas en el Departamento de Ayacucho, ubicado en la carretera Lomaspata - Coracora, cuya coordenada es 15°00'36.7"S con 73°47'57.1"W con la elevación de 3065 msnm ubicado entre las progresivas 00 + 000 a la progresiva 00+800.

El objetivo del estudio es Determinar la influencia de la adición de la ceniza de carbón y la tusa de maíz en los porcentajes de 15%, 20% y 25%, en el mejoramiento para la estabilidad del terreno para el uso como sub rasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho – 2021

El área de influencia del estudio que se ubica en:

Departamento : Ayacucho.
Provincia : Parinacochas.

Región Geográfica : Sierra.
Distrito : Coracora.

El condado de Korakora tiene 27,659 ciudadanos con una densidad de 4.63 hab / km², es una de las áreas más extensas de la provincia de Parinacocas, la población está creciendo en comparación con años inferiores, el área limita al sur con el distrito provincial de Chumpi en Parinacocas, en al norte con la provincia de Chipao en Lucanas en la provincia de Upahuacho en Parinacocas y al oeste con la provincia de Chavigna en Parinacocas.

Localización geográfica del Proyecto

Ubicación a nivel Regional

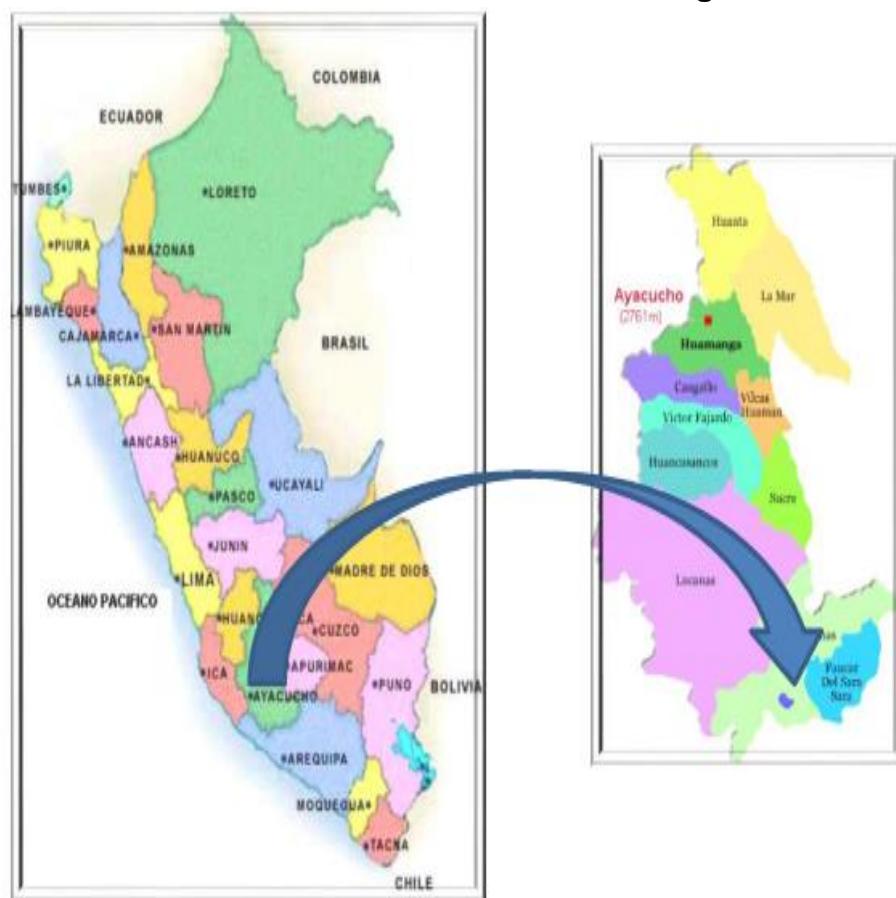


Figura 37: Ubicación a nivel Regional.

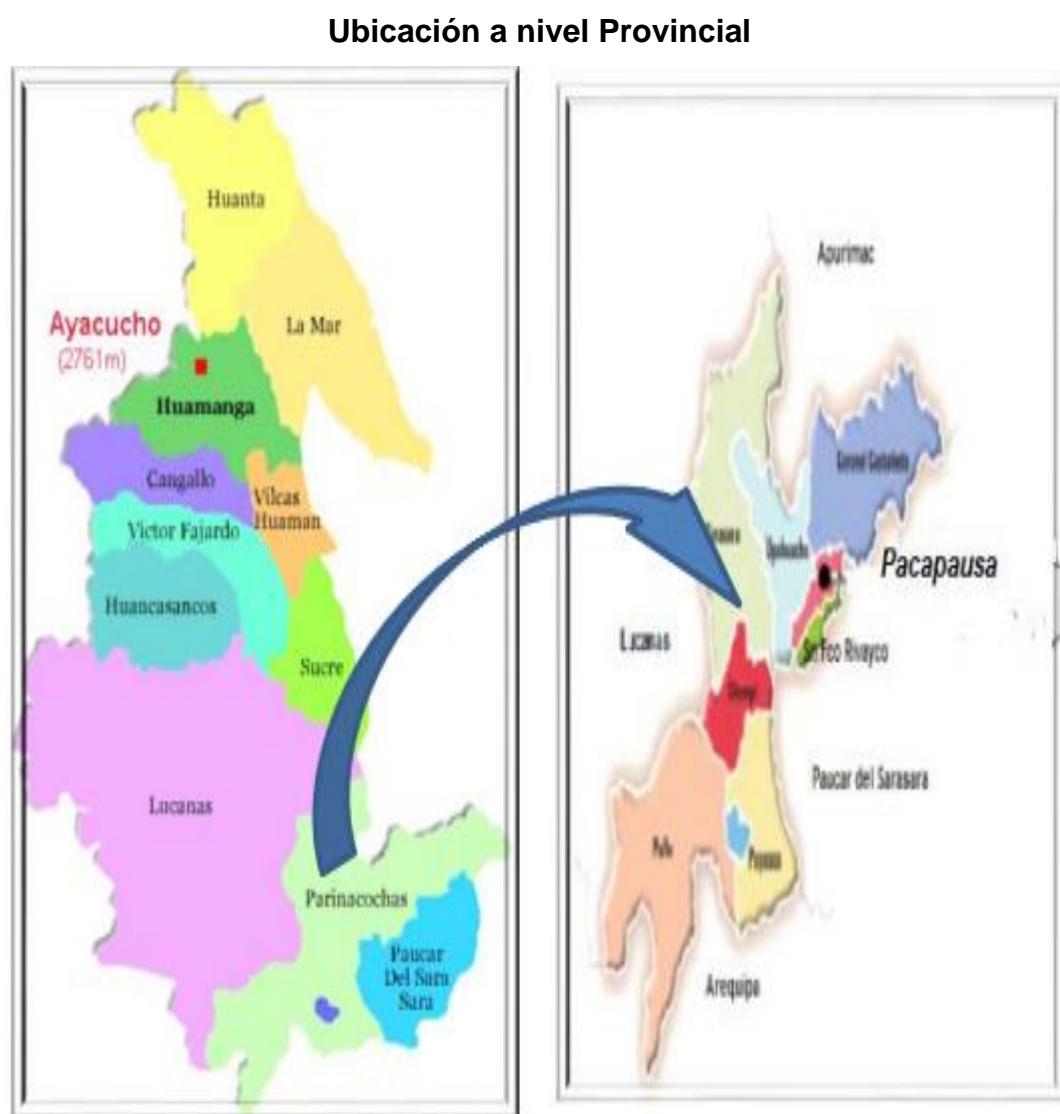


Figura 38: Ubicación a nivel Provincial.



Fuente: GoogleEarth

Figura 39: Vista panorámica de la trocha carrozable Lomaspata – Coracora

Accesibilidad del lugar de Estudio:

Para entrar en el lugar de interferencia, encontramos varias rutas.

Ruta Lima - Parinacocas (Korakora) Esta ruta suele demorar de 15 a 18 horas, la ruta es asfaltada hasta Pukio, luego se aprueba; En la ruta se encuentra el paso alto Kondorsenkka (4330 m sobre el nivel del mar) entre Nazca y Pukio. El tour se puede tomar directamente en buses, estos buses salen de Lima a Korakora todos los días de 8 am a 11 am y regresan por la tarde. Por esta ruta transitan las siguientes empresas: Wari, Vía Segura, López, Santa Clara y otras.

Ruta Lucanas (Pukio) - Parinacocas (Korakora) Esta ruta sin asfaltar demorara alrededor de 3 horas y 30 minutos. El recorrido se podra realizar directo del transporte se realiza en kombi, salen de Pukio a Korakora diariamente en diferentes horarios, y tambien regresan en diferentes horarios.

OTROS ACCESOS TERRESTRES:

Lima – Ayacucho - (Vía libertadores) 556 Km. (7 horas en carro), de ahí por la ruta de Querobamba, Puquio y Coracora. • Cusco-Abancay-puquio - Coracora 601 Km. (19 horas en auto).

Arequipa – Atico – Caraveli – Incuyo – Coracora, Chala - Incuyo – Coracora.

Estado actual de la zona del proyecto:

La investigación tiene parecido las características a lo largo de todo el km investigado, por lo tanto, para el mejor análisis, el movimiento actual consiste en tráfico con una carga alta, que actualmente existe, tiene crecimiento vegetativo, El movimiento que existe actualmente en esta zona proviene de vehículos pesados que circulan constantemente, transportando grandes cantidades de productos básicos que se recogen por esta parte de coracora.

Trabajo de Campo

Ubicación de las calicatas

Se realizo 2 fosas en un radio de medio kilómetro, que incluye el estudio de esta disertación, a cada una de las fosas se le asignó un código para el reconocimiento objetivo de cada una de ellas, C-01 y C-02.

Cada fosa se realizó cada 500m uno a uno como se indica en la guía de caminos y aceras del MTC, el foso C-01 está ubicado en la ruta 000+ 500, el segundo pozo C-02 se encuentra en la ruta 1 + 000 de la calzada Lomaspata - Coracora que ha sido desarrollado adhiriéndose a los procesos, procedimientos, estándares y regulaciones asociados con las pruebas de materiales para que las pruebas se lleven a cabo de manera objetiva.

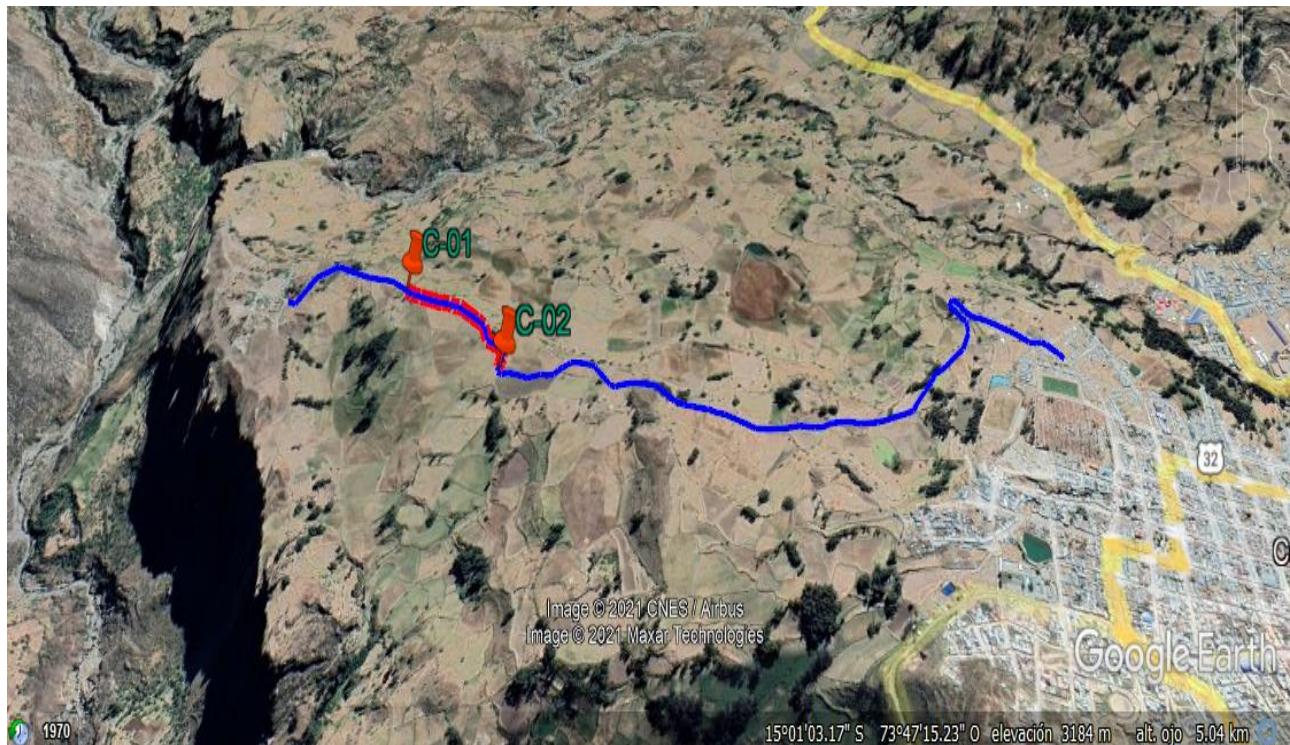


Figura 40. Ubicación de las calicatas C-01 y C-02.

Se decidió realizar pruebas de laboratorio con el muestreo obtenido del tajo abierto CS-1 porque se encuentra bien ubicado en el estudio y reúne las mismas condiciones, propiedades físicas y características que los dos siguientes campos CS-01.

Tabla 16: Ubicación y descripción técnica de las calicatas

Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordinada
CS-01	0 + 500	1.5	DERECHO	73°48'8.20"O
CS-02	1 + 000	1.5	DERECHO	73°47'57.08"O

Fuente: Elaboración propia.

Recolección de aditivos

Ceniza de carbón

La obtención de la ceniza de carbón se hizo en Coracora, Ayacucho.

La recolección se realizó en la Ladrillera “Quispe SAC”, ubicada en el km 4 de la vía Coracora – Pausa. En la figura 41 y 42 se muestra el lugar y la obtención de la ceniza de carbón. El procedimiento de generación de la ceniza de carbón son los hornos de ladrilleras. Esta industria genera 5 toneladas al mes de ceniza de carbón.



Figura 41. Ubicación de la zona de extracción de la ceniza de carbón.



Figura 42. obtención de la ceniza de carbón.

La tusa de maíz

La procedencia de la tusa de maíz se realizó en Coracora – Ayacucho.

La recolección se realizó de los fundos agrícolas, en la figura 43 y 44 se muestra la zona y la obtención de la tusa de maíz. El proceso de generación de la tusa son las

grandes cosechas que se realizan en la zona, los cuales al desgranar el maíz queda como residuo la tusa o coronta, estas producen un aproximado de 30 toneladas por temporada de cosecha.



Figura 43. zona de obtención de la tusa de maíz.



Figura 44. obtención de la tusa de maíz

Luego de la obtención de los aditivos con los cuales se va a trabajar, se procedió para su envío a el laboratorio, ver imagen 45.



Figura 45. obtención de la ceniza de carbón.

Trabajo de Laboratorio

Se realizaron pruebas granulométricas (NTP 339.132, 2014) de una muestreo del terreno de foso con código CS-01 de determinación de su clasificación granulométrica de las partículas que componen la muestra; la clasificación del suelo se realizó mediante el sistema SUCS (NTP 339.134, 2014) y AASTHO (NTP 339.135, 2014) y de igual manera se realizó la prueba Utterberg 01 para la determinación del índice de plasticidad de la muestreo del terreno en el estado natural del tajo abierto CS-01, en el marco de esta prueba, el análisis y estudio del límite líquido (MTC E-110, 2016) y el límite de plasticidad (MTC E-111, 2016), a partir del cual se obtuvo el índice de plasticidad, se realizó la prueba propiamente dicha para determinar la gravedad específica relativa a partículas sólidas de suelo (MTC E-113, 2016) , luego se realizó una prueba de determinar la materia que paso por el tamiz No. 200 según el método "A" (NTP 339.132, 2014), de igual forma se realizaron las pruebas 07 Modified Proctor (MTC E-115, 2000) Para la determinación de su densidad seca máxima y humedad natural, se analizará la muestreo, 01 prueba de la muestreo natural, 01 prueba de una

muestreo de terreno con la adición de 15% de ceniza de carbono, 01 prueba de una muestreo de terreno con la adición de mazorca de maíz al 15%, 01 prueba de una muestreo de terreno con la adición de 20% de ceniza de carbón, 01 muestra de una muestreo de terreno con 20% de mazorca de maíz, 01 muestreo de terreno con 25% de ceniza de carbón, 01 muestreo de terreno con 25% de mazorca de maíz , 07 Las pruebas CBR (MTC E-132, 2000) se realizarán de la misma manera para determinar su capacidad se probará la resistencia del suelo en la muestra, 01 prueba del muestreo en su estado natural, 01 prueba del muestreo de terreno con el adición de 15% de ceniza de carbón, 01 muestra de muestra de suelo con la adición de 15% de mazorca de maíz, 01 muestra de suelo con la adición de 20% de ceniza de carbón, 01 muestra de suelo con la adición de 20% de mazorcas de maíz, 01 muestreo de terreno con la adición de 25% de ceniza de carbón, 01 muestreo de terreno con la adición de 25% de mazorca de maíz, probada en el laboratorio WRC INGEO SAC

Para el desarrollar este estudio se utilizó la muestra de suelo CS-01, se manejó con mucho cuidado durante la manipulación para no influir en los resultados, el estudio se realizó cumpliendo con los parámetros establecidos por la normativa. que definen procedimientos estandarizados, las pruebas de muestreo de terreno y se realizaron en el laboratorio WRC INGEO SAC, cuyos resultados, como resultado de las pruebas de laboratorio, permitieron un análisis detallado de cada una de las características y propiedades de la muestra de suelo arcilloso obtenida del pozo de prueba con código CS-01.

TABLA 17: Procedimiento de ensayos

Numero	Nombre de ensayo	Duración	Procedimiento
1	Límite líquido	1 semana	<p>La prueba de límite de líquido se realiza en laboratorio de acuerdo con la norma UNE-103-103-94, que estandariza el procedimiento en una casa grande, que se realiza mediante una copa de metal que cae sobre una superficie dura con símbolos especiales. comenzando con la muestra rota. del suelo, comenzando con unos 200 g de finos, luego la muestra se coloca en una bandeja en el horno durante el tiempo que tarda en secarse para que pueda desmenuzarse por completo después de retirar el líquido. Se coloca en una bandeja más grande y se comienza a rociar con un martillo de goma, teniendo cuidado de no quitar granos individuales, luego se pasa por un tamiz de 40 para obtener una fracción más fina, incluso que la arena, y así se hará. con H₂O y la espátula comenzará a homogeneizarse casi hasta su límite de líquido inicial, pero dejar al menos 2 horas en un área protegida para que se seque, luego verter un poco en una cacerola grande casera, dando forma a la superficie del líquido aproximadamente con una espátula. 10 ml de espesor y utilizando un surco para crear un surco dependiendo del terreno (en algunos casos se plastifica el surco hueco del horangi, y en suelos de turba el surco ASTM), luego se aplican los golpes 2 veces por segundo a una altura de un metro, en un invernadero grande hasta que los bordes de la ranura se encuentren a una distancia de 13 ml. La humedad se logra con un termo Balz, que se utiliza luego de combinarlos 2 veces con pasadas de menos de 35 pasadas, de manera que la prueba se completa en menos de</p>

			25 pasadas y en más de 25 pasadas, si logra superar estos choques, se agrega más agua y se homogeneiza para crear del mismo compuesto en la segunda prueba, se vierte una cantidad similar de agua, de modo que después de un número diferente de golpes, 2 resultados en el gráfico, que serán% de humedad dependiendo del número de golpes trazos en la escala logarítmica. La gráfica cruza la línea de probabilidad con una pendiente de -0,117 y es paralela a sí misma, y el límite de fluido deseado está en la intersección de 25 líneas de la gráfica.
2	Limite Plástico	1 semana	Esta prueba se realizó colocando 20 g de la muestra, que se extrajo cerca del aire pasado por un tamiz No. 40, sobre un plato de porcelana y agitando con una espátula, agregando agua destilada de un frasco de lavado y homogeneizando, pesando el recipiente con la humedad hasta. Tomando datos de una muestra homogeneizada con agua, hacer 2 bolas a mano en un bol de pulido, luego freír los rollos de bolas de mezcla en el vaso unas 80 veces por minuto, cuando el rodillo alcance 1/8 de pulgada, dividir en varias, y luego las piezas se moldean en un cilindro de molde con la palma de su mano, luego repita los pasos con muescas anteriores hasta que el rollo alcance 1/8 ", tal vez rinda más que el tamaño anterior, si se agrieta antes de 1/8" de diámetro, Se agrega gradualmente un poco más de agua y se reinicia el rollo, pero si se vuelve 1/8 de pulgada más delgado, enróllelo en la palma de su mano para eliminar la humedad si se agrieta. ese. tomando 1/8 de

			pulgada hasta que la muestra alcance el límite plástico, por lo que se mide el contenido de humedad, luego la muestra se coloca en un recipiente impermeable para obtener la muestra del límite plástico.
3	Índice de Plasticidad	1 semana	Se obtuvo la diferencia entre el límite plástico y líquido.
4	Ensayo Proctor modificado	1 semana	Tamiz de muestra # 4, 3/8 "o 3/4" dependiendo del método utilizado y (A, B o C) determina el contenido de H ₂ O, prepare 5 muestras con un contenido de agua lo más cercano posible al óptimo. El contenido de humedad de cuál es el más cercano al óptimo (en la práctica se sabe que está muy próximo al óptimo, por lo que esta prueba se realizará con un experto en este campo). Seleccione el contenido de agua para el resto de las muestras para obtener 2 muestras húmedas y 2 secas de acuerdo con el contenido de agua óptimo. Para determinar la curva de compactación, se requieren al menos dos contenidos de agua en el lado húmedo y seco. Cuando utilice aproximadamente 5 kg de suelo ya filtrado en cada muestra de compactación para el método A o B o 5,9 kg para el método C, agregue la cantidad de agua necesaria para determinar el contenido de agua de cada muestra. Si la muestra está muy húmeda, es necesario reducir el contenido de agua hasta que el material sea apto para el secado, esto puede ser al aire libre o con un dispositivo a 60 ° C para romper el material y evitar la formación de moho. partículas individuales, el material debe pasar por un tamiz # 4, 3/8 # o "tamiz para completar el proceso de densificación con un molde de 6", se debe preparar un mínimo de 4 muestras para cada muestra y

			aproximadamente 2.3 kg de muestra dependiendo del método para ser utilizado para el Método C, agregue la cantidad requerida de agua para que el contenido de agua de la muestra de referencia coincida con los datos ya descritos. Para el proceso de compactación, es necesario determinar y registrar la masa o peso del molde, así como la placa que se utilizará como base, y también fijar y ensamblar el molde sobre la placa que se utilizará como soporte. Coloque la muestra en un molde y compacte en 5 capas, cada capa debe tener el mismo espesor y uniformidad y debe nivelarse antes de compactar para que no quede esponjosa utilizando un apisonador de 2 pulgadas. Cada capa debe compactarse en 25 golpes para un molde de 4 "o 56 golpes para un molde de 6".
5	Ensayo de granulometría	1 semana	Aproximadamente 500 g de la muestra extraída se dividen en cuatro partes, esta muestra se pesa y se coloca en un horno a aproximadamente 110 +/- 5 grados durante aproximadamente 24 horas para que se seque después del secado, luego se agrega agua para pesar el recipiente y se coloca en el número de tamiz. 200, la muestra se lava con ligeras manipulaciones manuales hasta que el agua que pasa a través del tamiz se vuelve transparente, luego se vuelve a colocar en un horno a 110 +/- 5 grados durante aproximadamente 24 horas. penalizaciones por comprobar el tamaño del tamiz, estimar el porcentaje restante en cada tamiz, averiguar qué porcentaje pasa en cada celda.
			Material de muestra usando Proctor modificado o prueba estándar del Proctor y estos moldes deben estar estandarizados de 17.78-15.24 cm de alto y diámetro, y esta muestra se compactará en tres capas por molde y compactación debe ser de 15.30 o 60 golpes

6	Ensayo CBR	1 semana	<p>por capa quedando 2.5 kg de masa después. caída libre desde una altura de 305 mm. Esto se debe hacer diariamente con el micro comparador comparando durante 4 días consecutivos la muestra que se ha sumergido en agua. Después de la prueba, los resultados deben trazarse para la densidad seca y también mostrar el índice CBR, y los datos de compactación, densidad, humedad, absorción e hinchamiento se obtienen de esta prueba de calidad del suelo.</p>
---	------------	----------	---

Fuente: Elaboración propia

3.6 Método de análisis de datos será importante describir los estudios a los que será sometido los datos recogidos por las herramientas o métodos. Para García indica que:

La metodología de detección de uso es de conocimiento al desarrollo de un estudio de investigación, y en algunos casos estos métodos son generales. El método que sobresale porque incluye un proceso iterativo de búsqueda de parámetros que en estos casos que son innovadores, nuevos y potencialmente útiles para la sociedad, por lo que es necesaria una evaluación de confiabilidad, confiabilidad y facilidad de comprensión, patrones que se obtendrán, por lo tanto, se tuvo que tener en cuenta que el objetivo es incluir los conocimientos adquiridos al alcance de otros, para ello este conocimiento debe ser real. (2014, p.2).

Los datos serán testeados para límites de Utterberg, Proctor modificado, granulometría y el CBR, estas pruebas serán las herramientas que se realizarán sobre la variable dependiente, ya que es ella quien determinará su comportamiento de acuerdo con After agregando estabilizadores, que son variables independientes (cenizas de carbón y mazorcas de maíz) al final de las pruebas, se resolverán problemas generales y específicos por lo que las hipótesis planteadas posteriormente serán confirmadas o rechazadas, y los resultados se desarrollarán, siendo así una cuantitativa estudio.

3.7 Aspectos éticos.

Este es el momento en que la honestidad del investigador se manifiesta en el desempeño de su estudio basado en su esfuerzo y responsabilidad. Para Acevedo indica que:

Los aspectos éticos de un estudio son de vital importancia porque las normas se demuestran por escrito, declaraciones que se utilizan en un mundo de diversos logros que brindan entendimiento de los distintos logros de la sociedad. En general disfruta de estos logros porque es cierto que el objetivo de cada persona es el entorno en el que vive. (2012, p.7)

El estudio se realizó y se requirió mucha atención en relación al tema en cuestión, sobre el cual se trabajó constantemente, y el compromiso de tiempo y sacrificio para lograr la meta propuesta, es decir, el grado de grado, a su vez, de motivación.

IV. RESULTADOS

GRANULOMETRIA ASTM D6913

En primer orden se realizó el análisis de tamaño de tamiz (ASTM D6913, MTC E 107, NTP 339.134-2014), esta prueba cuantificó las características de las partículas que componen el muestreo del terreno M-01 en estado natural. Al clasificarlo y dividirlo por tamaño, se utilizaron mallas de diferentes tamaños para determinar la proporción de las partículas.

Tabla 18: Granulometría de la muestra de la calicata M-01 en estado natural

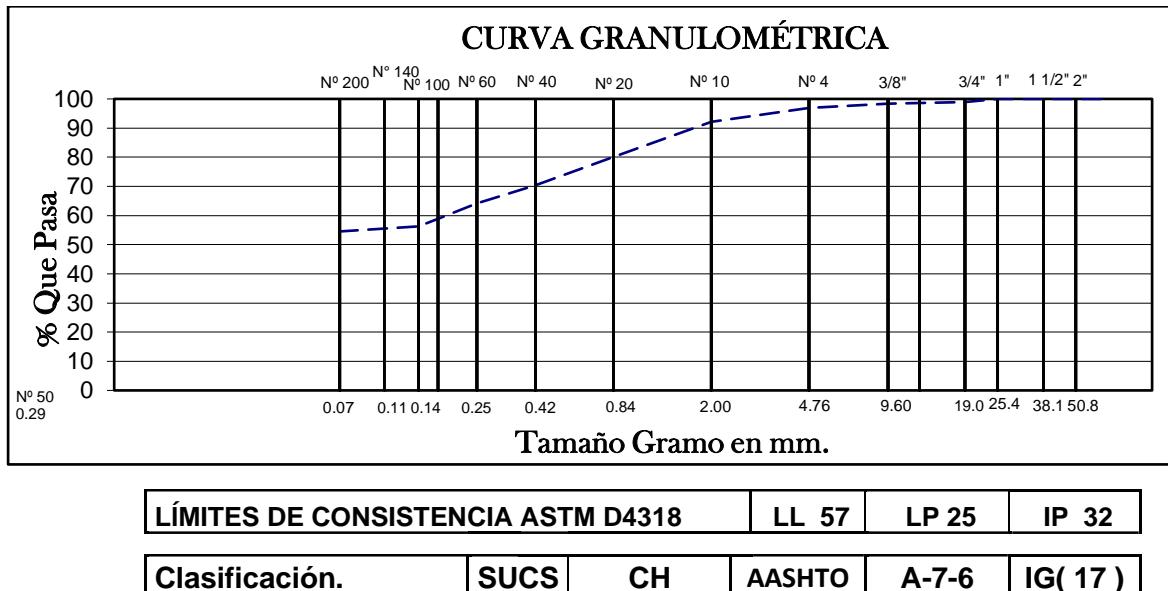
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 6913

wo =	1019 g					w1 =	987.0				
Mallas A.S.T.M	GRANO > No. 4					GRANO < No. 4					
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			% Peso Total		PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%		
	GRM		%		GRM	GRM			%		
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Que pasa T1 x 100 wo	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido Que pasa T1 x 100 wo		
						No. 4	4.76				
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	10	2.000	48.2	4.7		
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	20	0.840	122.4	12.0		
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	40	0.420	99.6	9.8		
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	60	0.250	63.8	6.3		
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	100	0.177	53.2	5.2		
3/4"	19.000	11.8	1.2	1.2	98.8	140	0.149	26.8	2.6		
3/8"	9.600	4.8	0.5	1.6	98.4	200	0.074	17.4	1.7		
No. 4	4.760	15.2	1.5	3.1	96.9	F		555.60	54.5		
									100.0		
									0.00		

Fuente: Elaboración propia

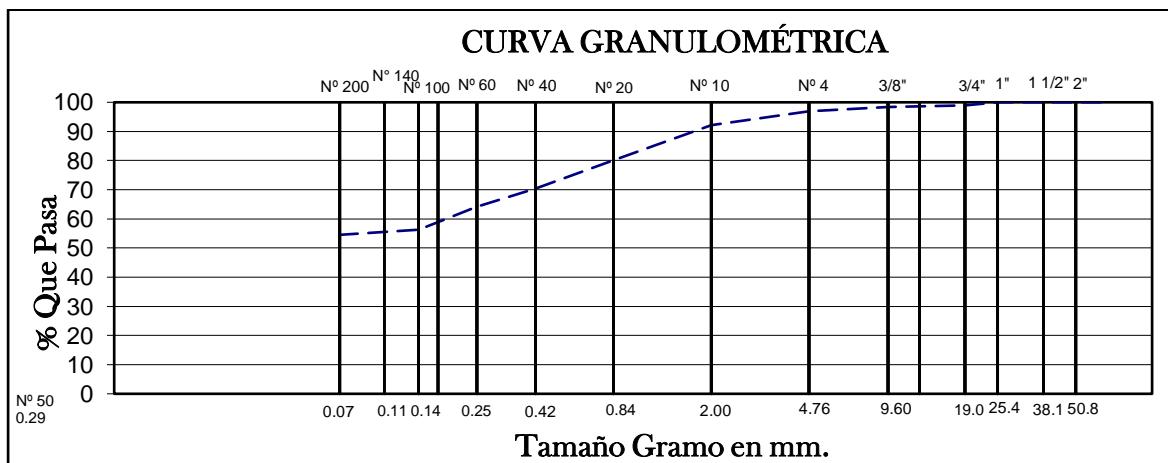
Tabla 18, que incluye un análisis del tamaño de partícula del tamiz de un muestreo de terreno de un tajo abierto M-01, se podrá visualizar el porcentaje de partículas que pasaron por el tamiz # 200 es%, indicando que la muestra no cumple con los estándares. requisitos de ASTM D6913 - MTC 107 y NTP 339.132 - 2014, considerados A-7-6.

Tabla 19: Resultados Granulométricos.



La Tabla 19, que incluye el análisis del tamaño del tamiz de una muestra de suelo del pozo CS-01, muestra que el porcentaje de partículas que pasaron el tamiz No. 200 es 54.53%, lo que indica que el muestreo de terrenos del pozo CS-01 cumpliendo con los requisitos establecidos en ASTM D6913 y NTP 339.132-2014, que especifica que menor a 50% de los finos que pasaron por un tamiz # 200 para ser considerado arena de acuerdo por su clasificación.

Figura 46: Curva de la granulometría de la muestra de la calicata CS-01 en estado natural.



De acuerdo a la figura 46 se visualiza por el tamiz >3", N° 2 1/2", N° 2", N° 1 1/2" y N° 1" el porcentaje de partículas que paso del 100% desde este punto se inicio de curva, en los tamices N° ¾ y 3/8 el porcentaje de partículas que pasa es del 98%, en el tamiz No. 4 el porcentaje de partículas pasadas es del 96,9%, en el tamiz No. 10 el porcentaje de partículas pasadas es del 92,15%, en el tamiz No. 20 el porcentaje de partículas pasadas es del 80% y en el tamiz No. 200 el porcentaje de partículas pasadas es 54%, por lo que la muestra CS-01, ensayo del laboratorio, es una arcilla inorgánica de alta plasticidad, grava de arcilla.

Sobre la muestra del terreno CS - 01, ensayo de laboratorio, se determinó la clasificación del terreno a través del sistema SUCS y AASHTO como resultado establece al CH como símbolo en la clasificación SUCS. y como resultado estableció A-7-6 como símbolo en el sistema AASHTO, de la misma forma fue posible calcular el contenido de humedad de la muestra CS-01, como vemos en la Tabla 19.

Tabla 20: Resultado de clasificación SUCS, AASHTO y contenido de humedad de la CS-01.

Muestra	Progresiva	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Contenido de humedad
CS -01	000 + 500	CH	A-7-6	9.6 %

Fuente: Elaboración propia.

Límite de Atterberg ASTM 4318

Se realizaron Pruebas de Límite ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090-2000) en una muestra de suelo CS-01 para la determinación del límite líquido y plástico e I.P los resultados durante la prueba son de gran importancia para poder determinar la clasificación del terreno investigado, para que se puedan determinar y conocimiento de sus características físicas y mecánicas para mejorarlas, en la tabla 16 se muestran los resultados de la prueba de límite de Utterberg, el resultado de la muestra ensayo determino que el límite elástico del CS-01 muestra es 57%, el límite plástico es 25%, por lo que la diferencia entre los dos nos dio como resultado que el índice de plasticidad es 32%, por lo tanto corresponde a la clasificación del terreno Arcilla

inorgánica con alta plasticidad, arcilla de salsa con un rango de IP> 20, definido con alta plasticidad.

Tabla 21: límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero de Golpes	17	22	29		
Numero de Tarro	2	5	16	30	9
Peso húmedo + Tarro (g)	33.33	40.12	37.58	11.89	10.50
Peso seco + Tarro (g)	26.13	33.46	30.79	11.46	10.06
Peso de Tarro (g)	14.89	21.78	17.55	9.75	8.31
Peso de agua (g)	7.20	6.66	6.79	0.43	0.44
Peso de suelo seco (g)	11.24	11.68	13.24	1.71	1.75
% de Humedad	64.06	57.02	51.28	25.15	25.14
	LL = 57		LP = 25	IP = 32	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01.

Muestra	Progresiva	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
CS -01	000 + 500	57 %	25 %	32 %

Fuente: Elaboración propia.

Las Pruebas de Límite ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090-2000) se realizaron en una muestra de suelo CS-01 + ceniza de carbono al 15% para la determinar el límite líquido, el límite plástico y el índice plástico. Es muy importante poder determinar la clasificación del suelo estudiado para que sus características físicas y mecánicas

puedan ser determinadas y conocidas para su mejoramiento, la tabla 23 muestra los resultados de la prueba de límite de Atterberg, el resultado de la prueba la muestreo determinó que el límite elástico de la muestra CS-01 + 15% ceniza de carbón es 56%, el límite de plasticidad es 26%, por lo que la diferencia entre ambos nos da como resultado que el índice de plasticidad es 30%, por lo tanto, de acuerdo con la clasificación del suelo, es corresponde a arcilla inorgánica con alta plasticidad, arcilla grava, que se encuentra en el IP> rango 20 se define con alta ductilidad.

Tabla 23: límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+15% de ceniza de carbón.

	LIMITE LIMQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero de Golpes	19	24	30		
Numero de Tarro	2	5	16	30	9
Peso húmedo + Tarro (g)	22.84	24.12	23.68	15.44	14.69
Peso seco + Tarro (g)	19.79	23.28	21.63	14.26	13.38
Peso de Tarro (g)	14.89	21.78	17.55	9.75	8.31
Peso de agua (g)	3.05	0.84	2.05	1.18	1.31
Peso de suelo seco (g)	4.90	1.50	4.08	4.51	5.07
% de Humedad	62.14	56.34	50.25	26.11	25.89
	LL = 56		LP = 26	IP = 30	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01 + 15% de ceniza de carbón.

Muestra	Progresiva	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
CS -01	000 + 500	56	26	30

Fuente: Elaboración propia.

	LIMITE LIMQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	19	24	30		
Numero de Golpes	19	24	30		
Numero de Tarro	2	5	16	30	9
Peso húmedo + Tarro (g)	22.84	24.12	23.68	15.44	14.69
Peso seco + Tarro (g)	19.79	23.28	21.63	14.26	13.38
Peso de Tarro (g)	14.89	21.78	17.55	9.75	8.31
Peso de agua (g)	3.05	0.84	2.05	1.18	1.31
Peso de suelo seco (g)	4.90	1.50	4.08	4.51	5.07
% de Humedad	62.14	56.34	50.25	26.11	25.89
	LL = 56		LP = 26		IP = 30

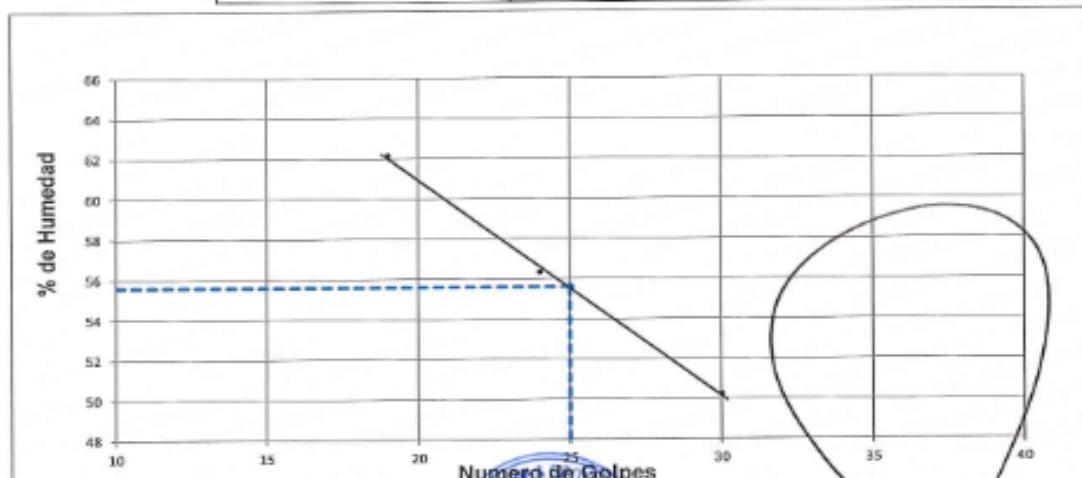


Figura 47: porcentaje de humedad vs N° de golpes con 15% de ceniza de carbón.

Las Pruebas de Límite ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090-2000) se realizaron en una muestra de suelo CS-01 + ceniza de carbono al 20% para la determinación el límite líquido, plástico e índice plástico, estos resultados de prueba son muy importantes para poder determinar la clasificación del suelo estudiado para que sus características físicas y mecánicas puedan ser determinadas y conocidas para su mejoramiento, la Tabla 25 muestra los resultados de la prueba de límite de Utterberg, el resultado de la prueba de la muestra determinó que el límite elástico del CS-01 + 20 % muestra de ceniza de carbón es 55%, el límite de plasticidad es 26%, por ser distintos entre ambos nos dio como resultado que el índice de plasticidad es 29%, por lo tanto, según la clasificación del suelo, corresponde a

arcilla inorgánica con alta plasticidad, salsa arcilla, que se encuentra en el rango de IP> 20. definida con alta ductilidad.

Tabla 25: límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+20% de ceniza de carbón.

	LIMITE LIMQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero de Golpes	19	24	30		
Numero de Tarro	2	5	16	30	9
Peso húmedo + Tarro (g)	25.33	24.71	24.89	19.22	18.65
Peso seco + Tarro (g)	21.38	23.67	22.50	17.26	16.52
Peso de Tarro (g)	14.89	21.78	17.55	9.75	8.31
Peso de agua (g)	3.95	1.04	2.39	1.96	2.13
Peso de suelo seco (g)	6.49	1.89	4.95	7.51	8.21
% de Humedad	60.78	55.08	48.32	26.02	25.99
	LL = 55		LP = 26	IP = 29	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01 + 20% de ceniza de carbón.

Muestra	Progresiva	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
CS -01	000 + 500	55	26	29

Fuente: Elaboración propia.

	LIMITE LIMQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero de Golpes	19	24	30		
Numero de Tarro	2	5	16	30	9
Peso húmedo + Tarro (g)	25.33	24.71	24.89	19.22	18.65
Peso seco + Tarro (g)	21.38	23.67	22.50	17.26	16.52
Peso de Tarro (g)	14.89	21.78	17.55	9.75	8.31
Peso de agua (g)	3.95	1.04	2.39	1.96	2.13
Peso de suelo seco (g)	6.49	1.89	4.95	7.51	8.21
% de Humedad	60.78	55.08	48.32	26.02	25.99
	LL = 55		LP = 26		IP = 29

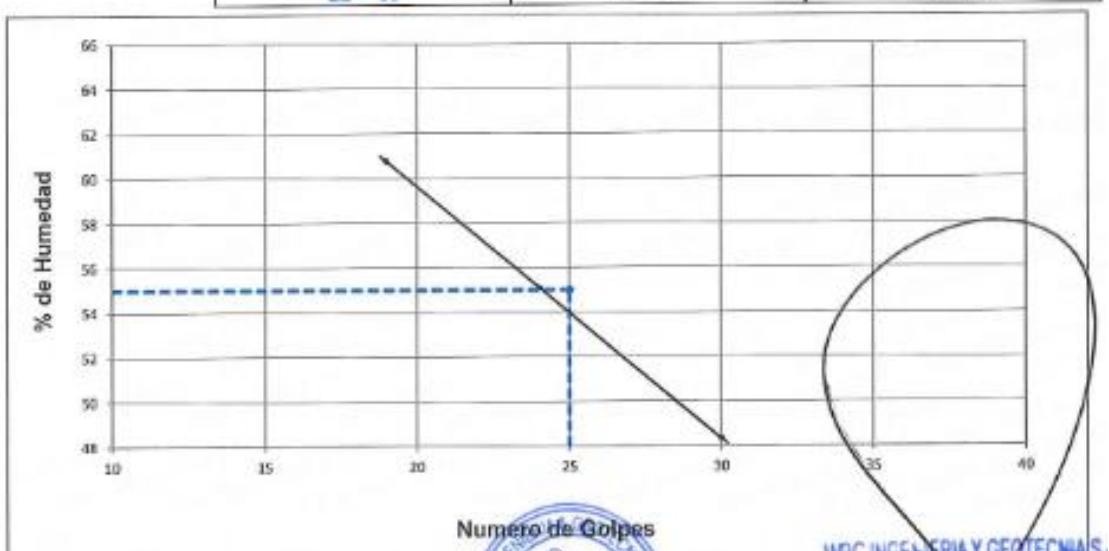


Figura 48: porcentaje de humedad vs N° de golpes con 20% de ceniza de carbón.

Las pruebas de límite ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090-2000) se realizaron en una muestra de suelo CS-01 + ceniza de carbono al 25% para determinar el límite líquido, plástico e índice plástico, estos resultados de prueba son muy importantes para poder determinar la clasificación del suelo de prueba para que sus características físicas y mecánicas puedan ser determinadas y conocidas para mejorarlasy la Tabla 27 muestra los resultados de la prueba de límite de Atterberg, el resultado de la prueba la muestra determinó que el límite de líquido para la muestra CS-01 + 25% la ceniza de carbón es 54%, el límite de plasticidad es 26%, por lo que la diferencia de ambos nos dio el resultado de que el índice de plasticidad es 28%, por lo tanto, según la clasificación del suelo, corresponde a la arcilla inorgánica con alta plasticidad, que se

encuentra en el rango de IP> 20. definido con alta ductilidad. **Tabla 27:** límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+25% de ceniza de carbón.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero de Golpes	19	24	30		
Numero de Tarro	2	5	16	30	9
Peso húmedo + Tarro (g)	25.33	24.71	24.89	19.22	18.65
Peso seco + Tarro (g)	21.38	23.67	22.50	17.26	16.52
Peso de Tarro (g)	14.89	21.78	17.55	9.75	8.31
Peso de agua (g)	3.95	1.04	2.39	1.96	2.13
Peso de suelo seco (g)	6.49	1.89	4.95	7.51	8.21
% de Humedad	60.78	55.08	48.32	26.02	25.99
	LL = 55		LP = 26	IP = 28	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01 + 25% de ceniza de carbón.

Muestra	Progresiva	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
CS -01	000 + 500	54	26	28

Fuente: Elaboración propia.

	LIMITE LIMQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero de Golpes	18	25	30		
Numero de Tarro	2	5	16		
Peso húmedo + Tarro (g)	23.45	23.69	23.27		17.45 17.86
Peso seco + Tarro (g)	20.24	23.02	21.42		15.88 15.92
Peso de Tarro (g)	14.89	21.78	17.55		9.75 8.31
Peso de agua (g)	3.21	0.67	1.85		1.57 1.94
Peso de suelo seco (g)	5.35	1.24	3.87		6.13 7.81
% de Humedad	60.01	54.49	47.87		25.67 25.53
	LL = 54		LP = 26		IP = 28

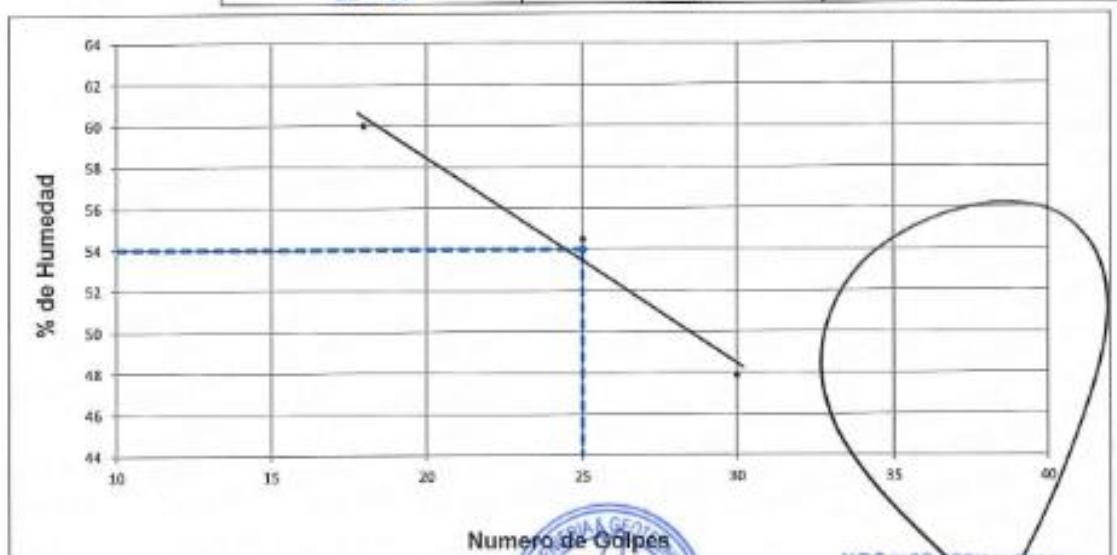


Figura 49: porcentaje de humedad vs N° de golpes con 25% de ceniza de carbón.

Las pruebas de límite ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090-2000) se realizaron en una muestra de suelo CS-01 + mazorcas de maíz al 15% para la determinar el límite líquido, el límite plástico y el índice plástico, y se repitieron muchas veces. diferentes dosificaciones en este caso, el primero de los límites de Atterberg fue la dosificación entre suelo natural y 15% de la mazorca, para ver cómo afecta la plasticidad de la muestra CS-01 + 15%, de la cual el límite elástico es 57%, el límite de plasticidad es de 28%, por lo que la diferencia entre ellos nos dio como resultado que el índice de plasticidad es de 29%, por lo que corresponde, según que se clasifica los terrenos arcillosos inorgánicos.

Tabla 29: límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+15% de tusa de maíz

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Nº DE GOLPES	19	25	31		
Nº DE TARRO	1	2	3	30	9
PESO HUMEDO TARRO(g)	25.31	25.74	25.14	16.22	16.80
PESO SECO TARRO(g)	21.29	24.30	22.53	14.79	14.94
PESO DE TARRO(g)	14.89	21.78	17.55	9.75	8.31
PESO DE AGUA(g)	4.02	1.44	2.61	1.43	1.86
PESO DE SUEL SECO(g)	6.40	2.52	4.98	5.04	6.63
% DE HUMEDAD	62.87	57.12	52.37	28.36	27.99
	LL=57		LP=28	IP=29	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01 + 15% de TUSA DE MAIZ

Muestra	Progresiva	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
CS -01	000 + 000	57	28	29

Fuente: Elaboración propia.

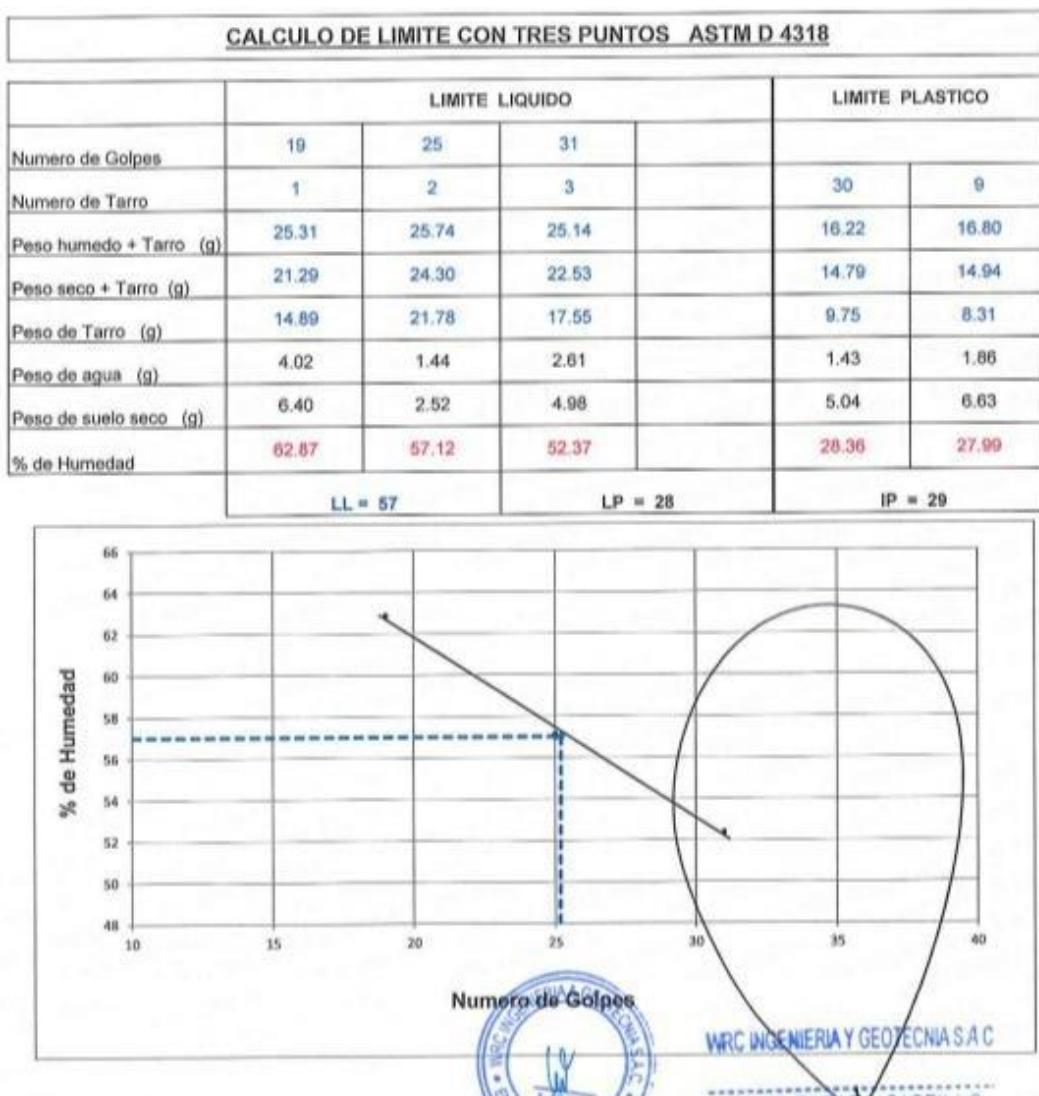


Figura 50: porcentaje de humedad vs N° de golpes con 15% de tus de maíz

Las Pruebas de Límite ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090-2000) se realizaron en una muestra de suelo CS-01 + mazorcas de maíz al 20% para la determinación del límite líquido, plástico e índice plástico, estos resultados se obtuvieron en una prueba de gran importancia para poder determinar la clasificación del suelo de prueba para que sus características físicas y mecánicas puedan ser determinadas y conocidas para mejorarlas, la Tabla 31 muestra los resultados de la prueba de límite de Atterberg, el resultado La muestra de prueba determinó que el límite de líquido para la muestra CS-01 + 20% mazorca es 54%, el límite de plasticidad es 27%, por lo que la diferencia entre los dos dio un par de resultados que es el índice de plasticidad es 27%, por lo tanto se clasifica del terreno arcilloso inorgánico.

Tabla 31: límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+20% de tusa de maíz.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Nº DE GOLPES	21	26	32		
Nº DE TARRO	2	5	16	30	9
PESO HUMEDO TARRO(g)	27.48	27.12	27.69	20.18	20.66
PESO SECO TARRO(g)	22.81	25.23	24.33	17.93	18.01
PESO DE TARRO(g)	14.89	21.78	17.55	9.75	8.31
PESO DE AGUA(g)	4.67	1.89	3.36	2.25	2.65
PESO DE SUEL SECO(g)	7.92	3.45	6.78	8.18	9.70
% DE HUMEDAD	58.97	54.59	49.64	27.44	27.34
	LL=54		LP=27	IP=27	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+20% de TUSA DE MAIZ.

Muestra	Progresiva	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
CS -01	000 + 000	54	27	27

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DE LIMITE CON TRES PUNTOS ASTM D 4318

	LIMITE LIMQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	21	26	32		
Numero de Golpes	21	26	32		
Numero de Tarro	2	5	16		30 9
Peso humedo + Tarro (g)	27.48	27.12	27.69		20.18 20.66
Peso seco + Tarro (g)	22.81	25.23	24.33		17.93 18.01
Peso de Tarro (g)	14.89	21.78	17.55		9.75 8.31
Peso de agua (g)	4.67	1.89	3.36		2.25 2.65
Peso de suelo seco (g)	7.92	3.45	6.78		8.18 9.70
% de Humedad	58.97	54.59	49.64		27.44 27.34
	LL = 54	LP = 27		IP = 27	

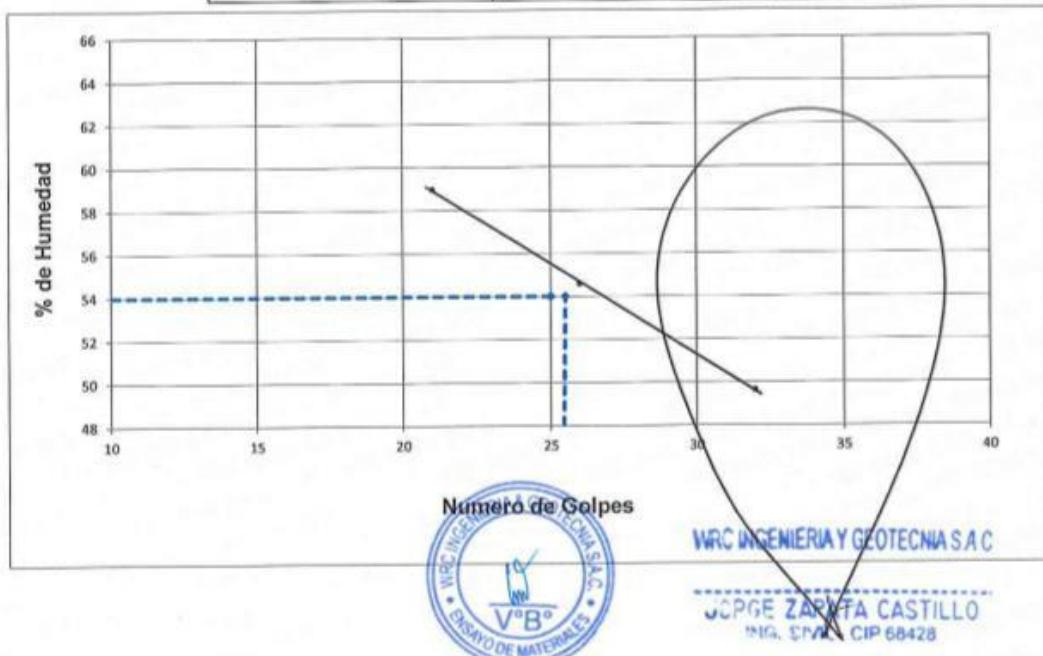


Figura 51: porcentaje de humedad vs N° de golpes con 20% de tusa de maíz.

Las Pruebas de Límite ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090-2000) se realizaron en una muestra de suelo CS-01 + mazorcas de maíz al 25% para determinación del límite líquido, plástico e índice plástico, estos resultados se obtuvieron en pruebas de gran importancia para determinando la clasificación del suelo de prueba para que sus características físicas y mecánicas puedan ser determinadas y conocidas para mejorarlas, la Tabla 32 muestra los resultados de la prueba de límite de Atterberg, el resultado de la muestra probada determinó que el límite elástico del CS-01 + 25% muestra de mazorca es 52%, la plasticidad límite es 25%, por lo que la desigualdad

entre ambas nos dio como resultado que el índice de plasticidad es 26%, por lo que corresponde a la clasificación del terreno arcilloso inorgánico.

Tabla 32: límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01+25% de tusa de maíz.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Nº DE GOLPES	20	24	31		
Nº DE TARRO	1	2	3	5	6
PESO HUMEDO TARRO(g)	20.78	20.64	20.29	16.77	16.52
PESO SECO TARRO(g)	18.63	18.67	19.44	15.32	14.80
PESO DE TARRO(g)	14.89	14.89	17.55	9.75	8.31
PESO DE AGUA(g)	2.15	1.97	0.85	1.45	1.72
PESO DE SUEL SECO(g)	3.74	3.78	1.89	5.57	6.49
% DE HUMEDAD	57.44	51.98	45.33	26.12	26.48
	LL=52		LP=26	IP=26	

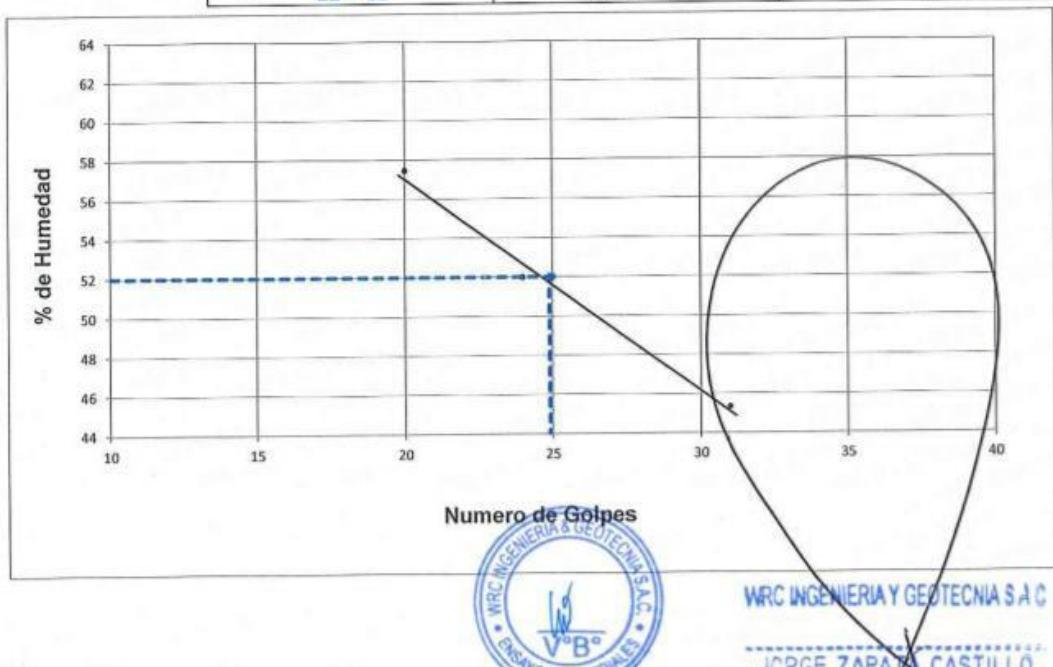
Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Resultado de límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad de CS-01. +25% de tusa de maíz

Muestra	Progresiva	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
CS -01	000 + 000	52 %	26 %	26 %

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DE LIMITE CON TRES PUNTOS ASTM D 4318						
	LIMITE LIMQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Numero de Golpes	20	24	31			
Numero de Tarro	1	2	3		5	6
Peso humedo + Tarro (g)	20.78	20.64	20.29		16.77	16.52
Peso seco + Tarro (g)	18.63	18.67	19.44		15.32	14.80
Peso de Tarro (g)	14.89	14.89	17.55		9.75	8.31
Peso de agua (g)	2.15	1.97	0.85		1.45	1.72
Peso de suelo seco (g)	3.74	3.78	1.89		5.57	6.49
% de Humedad	57.44	51.98	45.33		26.12	26.48
	LL = 52		LP = 26		IP = 26	



LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720

FIGURA 52: Porcentaje de humedad vs N° de golpes con 25 % de tusa de maíz.

Proctor modificado ASTM D 1557

Se realizaron de la prueba Proctor modificada se utilizó como estándar el método A, con la cual determina el contenido de humedad en relación a su densidad en estado seco, donde fue posible determinar la curva de compactación con el fin de tomarlo en cuenta como En una primera etapa, es importante conocer el peso específico del CS-01 en su estado natural con la adición de ceniza de carbón 15%, 20% y 25%, así como mazorcas de maíz en porcentajes de 15%, 20% y 25%, de modo que se pueda determinar el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima.

Tabla 34: Resultado de compactación con energía modificada - Proctor Modificado CS-01.

Muestra	Identificación	Humedad Optima	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)
CS – 01	Estado natural	21.60%	1.600
CS – 01	Suelo + 15% de ceniza de carbón	20.10%	1.610
CS – 01	Suelo + 20% de ceniza de carbón	19.70%	1.621
CS – 01	Suelo + 25% de ceniza de carbón	18.20%	1.630
CS – 01	Suelo + 15% de tusa de maíz	20.80%	1.613
CS - 01	Suelo + 20% de tusa de maíz	19.50%	1.628
CS - 01	Suelo + 25% de tusa de maíz	17.20%	1.641

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 34 se muestran los resultados de una prueba Proctor modificada, ensayada en la muestreo del terreno CS-01 en su estado natural, a partir de la cual se determinó que el contenido de humedad óptimo para dicha muestra es del 21,60% con respecto a su densidad máxima. 1600 g / sm 1.610 g / cm3, así como se observa el resultado de combinar la muestra de suelo CS-01 con la adición de 20% de ceniza de carbón, su contenido de humedad óptimo es 19.70% con respecto a su densidad seca máxima de 1.621. g / cm3, así como se observa el resultado de la combinación de la muestra de suelo CS-01 con la adición de un 25% de ceniza de carbón, su contenido de humedad óptimo es de 18.20% en relación a su densidad seca máxima, que es de 1630 g / cm3, del mismo m Si se observa el resultado de combinar la

muestra de suelo CS-01 con la adición de mazorcas de maíz al 15%, su contenido de humedad óptimo es 20.80% con respecto a su densidad seca máxima de 1.613 g / cm³. Así, se observa el resultado de combinar la muestra de suelo CS-01 con la adición de 20% de mazorca de maíz, su contenido óptimo de humedad es de 19,50% en relación a su máxima densidad seca, que es de 1,628 g / cm³. Así, se observa el resultado de combinar la muestra de terreno CS-01 con la adición de un 25% de mazorca de maíz, su contenido óptimo de humedad es de 17.20% en relación a su máxima densidad seca, que es de 1.641 g / cm³. se puede determinar que este es un terreno de plasticidad media, por lo que retienen más humedad.

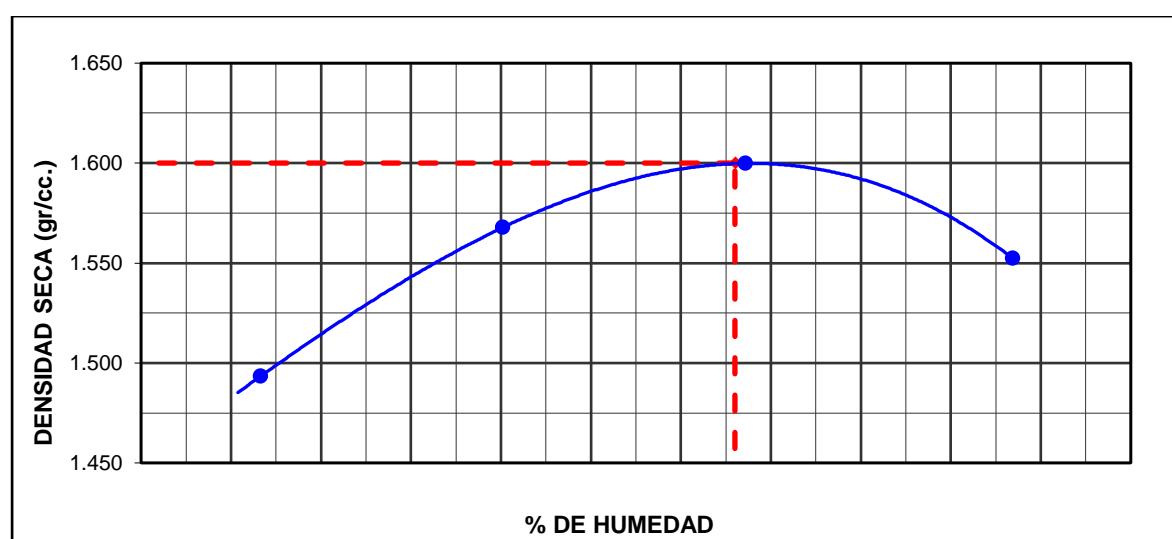


Figura 53: Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima del suelo natural.

En la Figura 53 se muestra la curva del contenido de humedad en relación a la densidad seca máxima de la muestra de terreno M-01 en su estado natural sin agregar nada de aditivo, se observó que el contenido de humedad óptimo es 21,60%, y la densidad seca máxima condición. es de 1600 g / cm³.

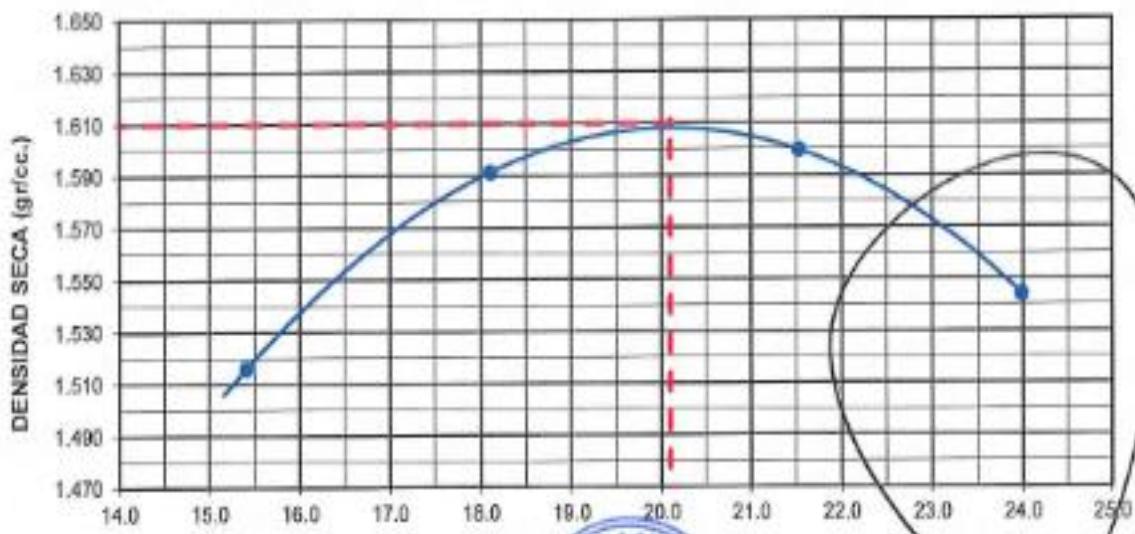


Figura 54: Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 15% de ceniza de carbón.

La Figura 54 muestra el contenido de humedad óptimo frente a la densidad seca máxima de la muestra de suelo M-01 + 15% de ceniza de carbón, mientras que el contenido de humedad óptimo es 20,1% y la densidad seca máxima es 1610 g / cm³.

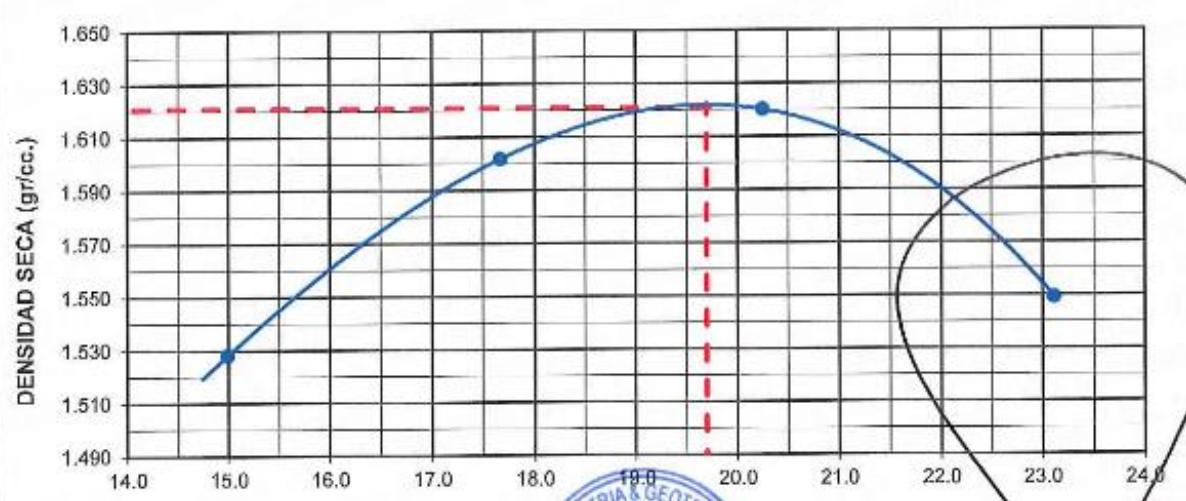


Figura 55: Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 20% de ceniza de carbón.

En la Figura 55 muestra el contenido de humedad óptimo frente a la densidad seca máxima de la muestra de suelo M-01 + 20% de ceniza de carbón, siendo el contenido de humedad óptimo 19,70% y la densidad seca máxima de 1621 g / cm³.

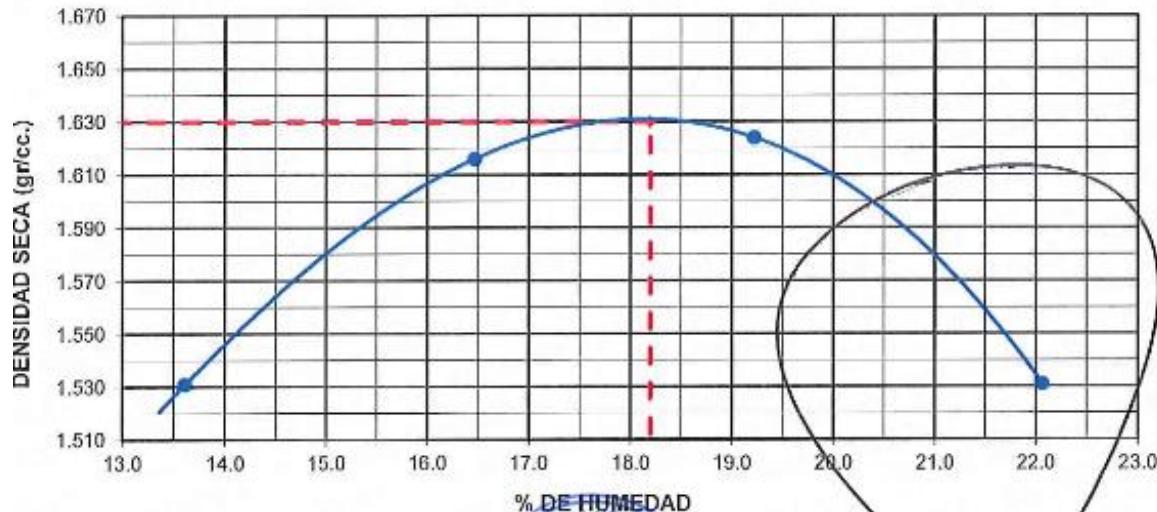


Figura 56: Diagrama relación óptimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 25% de ceniza de carbón.

En la Fig. 56 muestra la curva óptima de contenido de humedad en relación con la densidad seca máxima de la muestra de suelo M-01 + 25% de ceniza de carbón, mientras que el contenido de humedad óptimo es 18,20% y la densidad seca máxima es 1630 g / cm³.

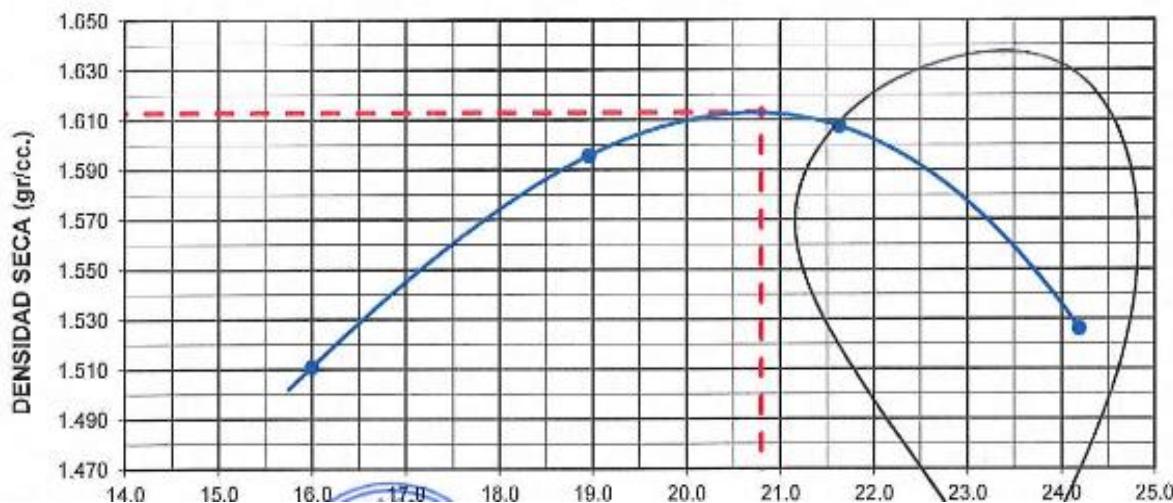


Figura 57: Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 15% de tusa de maíz.

La Figura 57 muestra la curva del contenido de humedad óptimo versus la densidad seca máxima de la muestra de suelo M-01 + mazorcas de maíz 15%, con el contenido de humedad óptimo de 20.80% y la densidad seca máxima de 1.613 g / cm³.

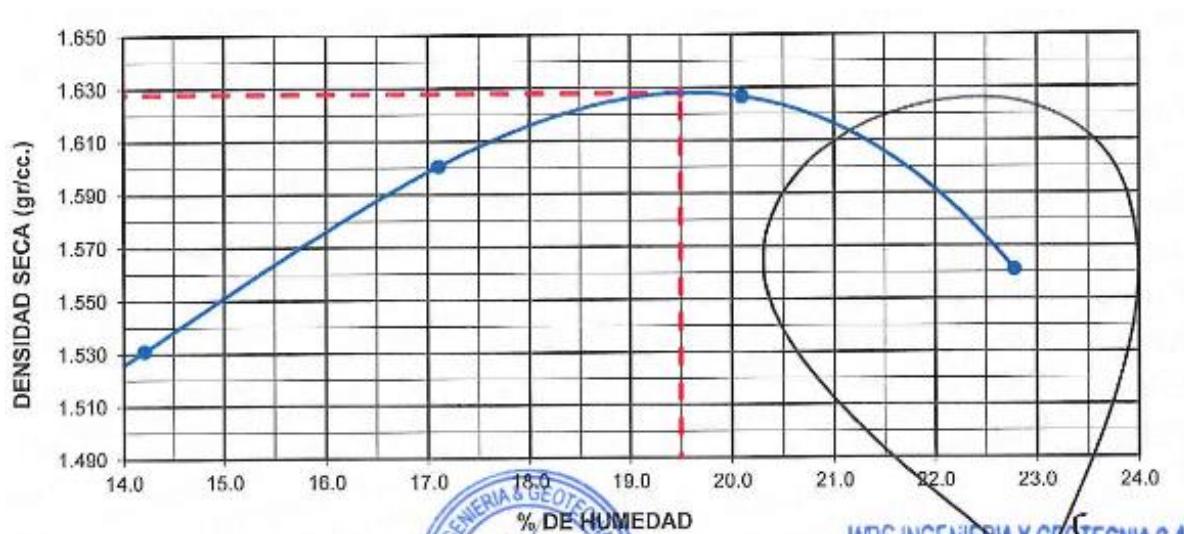


Figura 58: Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 20% de tusa de maíz.

La Figura 58 muestra la curva del contenido de humedad óptimo versus la densidad seca máxima de la muestra de suelo M-01 + 20% mazorcas de maíz, con un contenido de humedad óptimo de 19,50% y una densidad seca máxima de 1628 g / cm³.

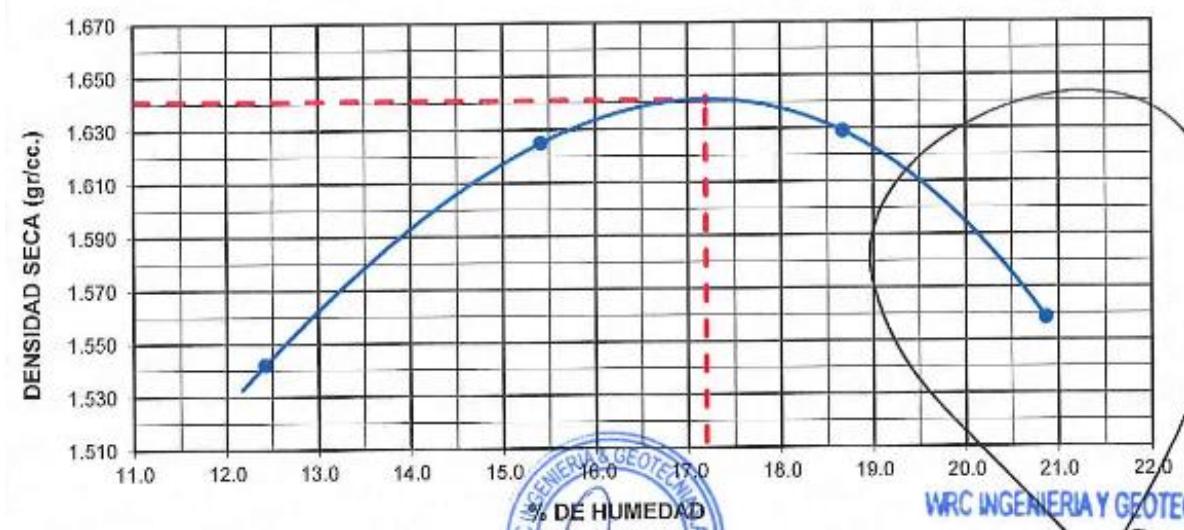


Figura 59: Diagrama relación optimo contenido de humedad – densidad máxima seca de la muestra M-01 + 25% de tusa de maíz.

La Figura 59 muestra la curva del contenido de humedad óptimo versus la densidad seca máxima de la muestra de suelo M-01 + 25% de mazorcas de maíz, mientras que el contenido de humedad óptimo es 17,20% y la densidad seca máxima es 1,641 g / cm³.

Tabla 35: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra CS-01+ dosificaciones de ceniza de carbón en 15, 20 y 25 % y de tusa de maíz en 15, 20 y 25 %.

Muestra	Identificación	Humedad Optima	Densidad Máxima Seca (grs/cm ³)
CS – 01	Estado natural	21.60%	1.600
CS – 01	Suelo + 15% de ceniza de carbón	20.10%	1.610
CS – 01	Suelo + 20% de ceniza de carbón	19.70%	1.621
CS – 01	Suelo + 25% de ceniza de carbón	18.20%	1.630
CS – 01	Suelo + 15% de tusa de maíz	20.80%	1.613
CS - 01	Suelo + 20% de tusa de maíz	19.50%	1.628
CS - 01	Suelo + 25% de tusa de maíz	17.20%	1.641

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 35 muestra los resultados de la compactación de energía modificada - Proctor Modificada, los valores se muestran en relación al contenido óptimo de humedad en relación a la densidad seca máxima del muestreo del terreno CS - 01, el comportamiento cambia en una dirección favorable dependiendo en las combinaciones. en relación a las dosis de ceniza de carbono en porcentajes de 15%, 20% y 25%, mientras que se agrega en porcentajes mayores, cuanto mayor es la mejora en la compactación del suelo, en el muestreo de terreno CS-01 en su estado natural, el Proctor La prueba determinó los valores de su contenido de humedad óptimo 21.60% en una proporción de 1600 g / cm³ a la densidad seca máxima, a una

dosis de CS-01 + 15% de adición de ceniza de carbón, la prueba Proctor determinó los valores de su densidad. El máximo seco máximo es de 1610 g / cm³ en relación a su contenido óptimo de humedad de 20.10%, a la dosis de CS-01 + 20% de la adición de ceniza de carbón, la prueba Proctor determinó los valores de su densidad; el peso seco máximo es de 1621 g / cm³ en relación a su contenido óptimo de humedad 19,70%, a la dosis CS-01 + 25% de adición de ceniza de carbón, la prueba de Proctor determinó los valores de la densidad seca máxima de 1630 g / cm³ en Relativo a su contenido de humedad óptimo de 18.20% en relación a la mazorca de maíz en la dosis CS-01 + 15% de mazorca de maíz La prueba de Proctor determinó los valores de su densidad máxima seca de 1.613 g / cm³ en relación al contenido de humedad óptimo 20,80% en relación a la mazorca en la dosis CS-01 + 20% mazorca, la prueba de Proctor determinó los valores de su densidad máxima seca de 1628 g / cm³ en relación a su contenido óptimo de humedad de 19,50% y con una dosis de CS-01 + 25% de mazorcas de maíz, la prueba Proctor determinó los valores de su densidad máxima aristas en estado seco, igual a 1.641 grs/cm³ con relación a su optima contenido de humedad de 17.20% .

California Baring Ratio (CBR) ASTM D 1883

De las pruebas realizadas en la muestra de suelo CS-01, la prueba CBR es la más importante porque se determinará la capacidad portante del terreno que se utilizará como subrasante en el diseño de la carretera. Probar CBR en la muestra CS-01 en su estado natural, para la determinación de su capacidad portante estándar de la muestra, fue necesario realizar 03 muestras, cada una de las cuales fue sometida a diferentes energías según el número de impactos, muestra # 1 se realizó con una energía de 27.7 kg x cm / cm³ (56 impactos), la muestra No.2 se obtuvo con una energía de 12.2 kg x cm / cm³ (25 impactos), la muestra No. 3 se realizó con una energía de 6.1 kg x cm / cm³ (12 impactos) y para tres polipastos sobrecarga 4,53 kg, como se muestra en la tabla.

Tabla 36: Resultado de condición de la muestra ensayada CS-01 en estado natural – CBR.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100 %	CBR al 95%
M-01	Suelo Natural	0.1"	7.5 %	5.50 %

Fuente: Elaboración propia.

La prueba CBR se realizó en el muestreo M-01 natural, la prueba CBR al 100% dio 7.5% y al 95% dio 5.50% con una penetración de 0.1 " para ambos casos para los cuales se determinó que una muestra de suelo arcilloso en su estado natural se considera normal para su uso como subrasante como se indica en el MTC, que establece que CBR <6% es subrasante pobre cuando CBR> 10 o CBR> / = 6 es regular como se muestra en la Figura 36.

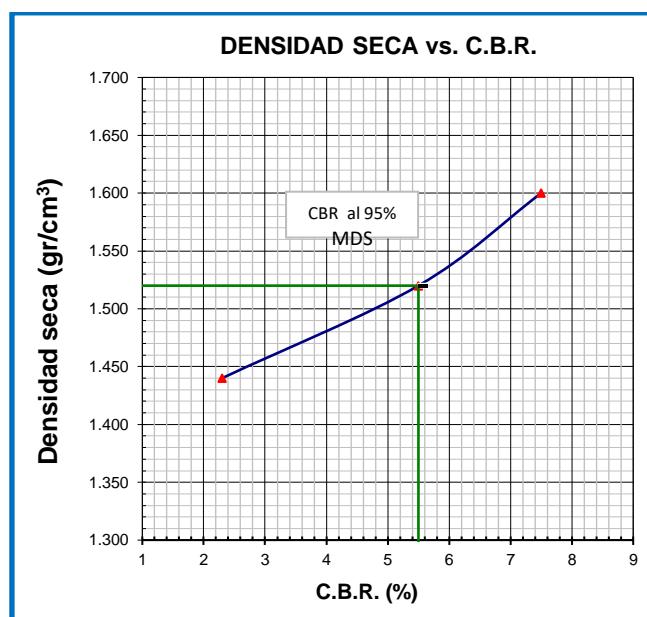


Figura 60: Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 en estado natural.

La Figura 60 muestra una gráfica de CBR versus densidad seca, para CBR al 100% la densidad seca máxima es 1600 g / cm³, CBR es 7.5% y 5.5% para penetración de 0.1", por lo que estos valores para determinar respectivamente normal y malo subrasante.

La prueba CBR se realizó sobre la muestra M-01 con la adición de un 15% de ceniza de carbón y mazorca de maíz para determinar su capacidad portante estándar de la muestra, fue necesario realizar 03 muestras, cada una de las cuales fue sometida a diferentes energías en relación a el número de impactos la muestra nº 01 se fabricó con una energía de 27,7 kg x cm / cm³ (56 impactos), la muestra nº 02 se fabricó con una energía de 12,2 kg x cm / cm³ (25 impactos). El No. 03 se ejecutó con una energía de 6,1 kg x cm / cm³ (12 golpes), y para tres levantamientos la sobrecarga fue de 4,53 kg, como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37: Resultado de ensayo de CBR de la muestra M-01 + 15 % de ceniza de carbón y tusa de maíz.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100 %	CBR al 95%
M-01	M-01 + 15 % ceniza de carbón	0.1"	8.10 %	5.8 %
M-01	M-01 + 15 % tusa de maíz	0.1"	8.20 %	6.00 %

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 37 muestra el resultado del muestreo M-01 suplementada con 15% de ceniza de carbón y mazorcas de maíz, la prueba 100% CBR determinó 8,10% y 8,20% CBR para una penetración de 0,1 pulgadas. Asimismo, se observa que la prueba de 95% CBR determinó 5.8% y 6.00% CBR para una penetración de 0.1 pulgada, para lo cual se determina que el muestreo de terreno arcilloso inorgánico es estándar en ambos casos (con excepción de cenizas de 95% carbón, que se considera una mala subrasante) para su uso como subrasante como se especifica en el MTC, que establece que CBR <10 o CBR> / = 6 se considera normal.

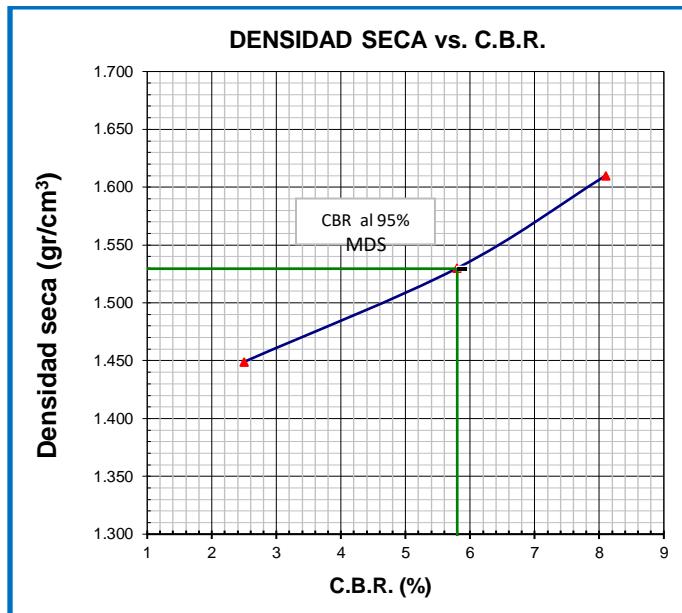


Figura 61: Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +15% de ceniza de carbón

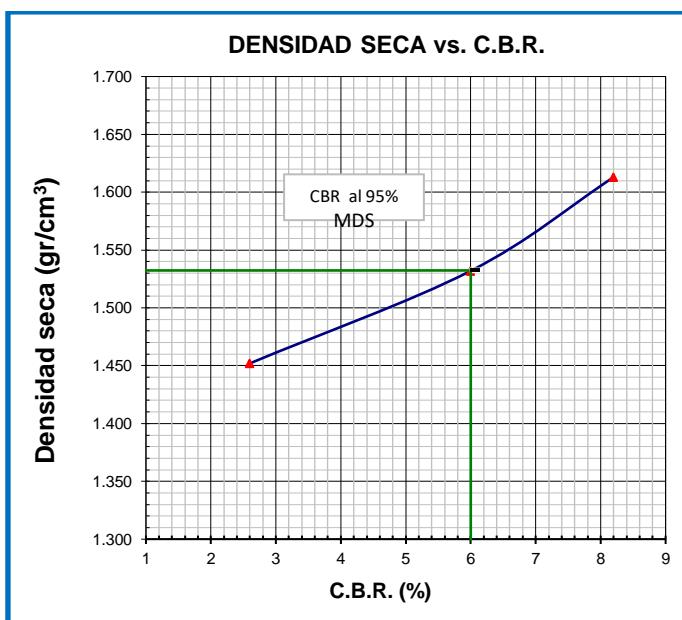


Figura 62: Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +15% de tusa de maíz.

La prueba CBR se realizó en la muestra M-01 con la adición de 20% de ceniza de carbón y mazorca de maíz para determinar su capacidad portante estándar de la muestra, fue necesario realizar 03 muestras, cada una de las cuales se sometió a una energía diferente en In En relación al número de impactos, la muestra n. ° se realizó con una energía de $27,7 \text{ kg} \times \text{cm} / \text{cm}^3$ (56 impactos), muestra n. ° 02 - con una energía de $12,2 \text{ kg} \times \text{cm} / \text{cm}^3$ (25 impactos), muestra n. ° 03 se realizó con

una energía de $6,1 \text{ kg} \times \text{cm} / \text{cm}^3$ (12 golpes) y para tres levantamientos con una sobrecarga de 4,53 kg.

Tabla 38: Resultado de ensayo de CBR de la muestra M-01 + 20 % de ceniza de carbón y tusa de maíz.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100 %	CBR al 95%
M - 01	M-01 +20 % ceniza de carbón	0.1"	8.20%	6.1%
M - 01	M-01 +20% tusa de maíz	0.1"	8.60%	6.70%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 38 muestra el resultado de la Muestra M-01 con 20% de ceniza de carbón y mazorcas de maíz agregadas, la prueba 100% CBR determinó 8.2% y 8.6% CBR, para la penetración de 0.1 ". También se observó que el 95% CBR la prueba identificó 6.1% y 6.7% CBR para una penetración de 0.1 pulgadas, por lo que se determina que el muestreo de arcilla es arcilla inorgánica y se considera estándar en ambos casos para uso de subrasante según lo establecido por el manual del vagón - MTC, que establece que CBR <10 o CBR> / = 6 se considera regular.

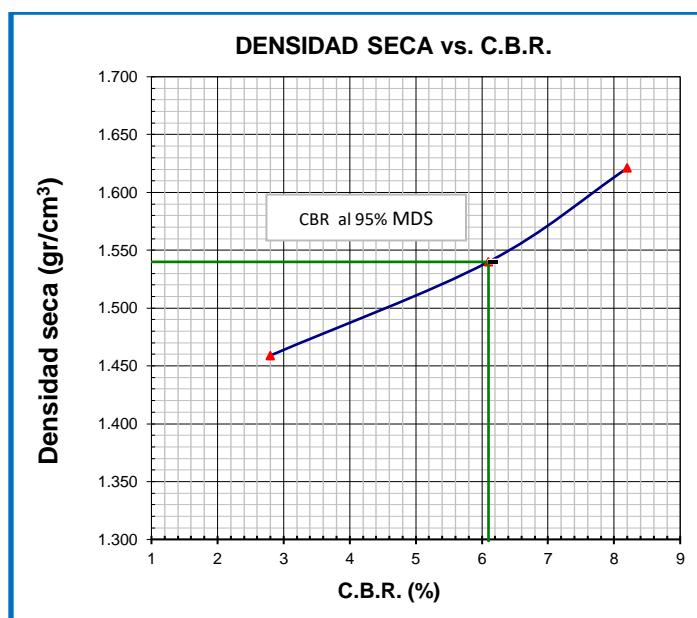


Figura 63: Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +20% de ceniza de carbón.

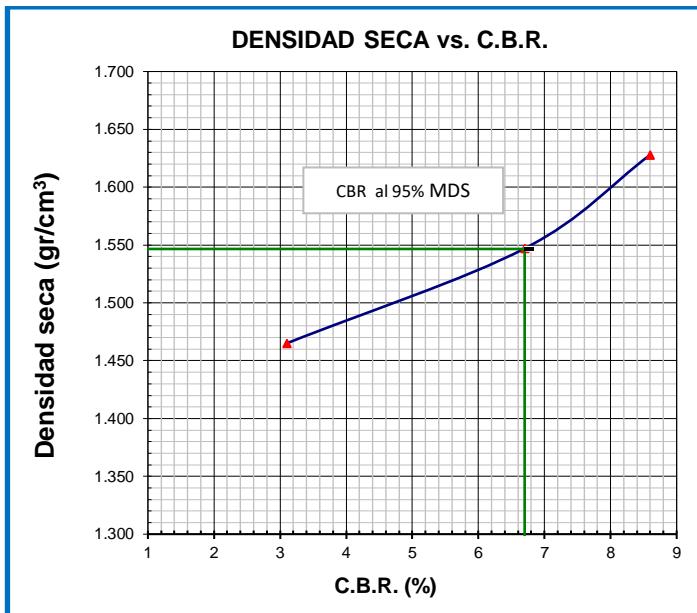


Figura 64: Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +20% de tusa de maíz.

La prueba CBR se realizó sobre la muestra M-01 suplementada con un 25% de ceniza de carbón y mazorca de maíz para determinar su capacidad portante estándar de la muestra, se tuvieron que realizar 03 muestras, cada una sometida a una energía diferente. el número de golpes, la muestra n. ° 01 se realiza con una energía de $27,7 \text{ kg} \times \text{cm} / \text{cm}^3$ (56 golpes), la muestra n. ° 02 se realiza con una energía de $12,2 \text{ kg} \times \text{cm} / \text{cm}^3$ (25 golpes), la muestra no. 03 se realizó con una energía de $6,1 \text{ kg} \times \text{cm} / \text{cm}^3$ (12 golpes) y para tres levantamientos con una sobrecarga de 4,53 kg.

Tabla 39: Resultado de ensayo de CBR de la muestra M-01 + 25 % de ceniza de carbón y tusa de maíz.

Muestra	Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100 %	CBR al 95%
M - 01	M-01 +25 % ceniza de carbón	0.1"	8.30%	6.40%
M - 01	M-01 +25% tusa de maíz	0.1"	9.10%	7.00%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 39 muestra el resultado de la Muestra M-01 con 25% de ceniza de carbón y mazorcas de maíz agregadas, la prueba 100% CBR determinó 8.3% y 9.1% CBR,

respectivamente, para una penetración de 0.1 ". También se observa que 95% Prueba CBR ha determinado CBR de 6.4% y 7% para una penetración de 0.1 pulgadas, por lo que se determina que la muestra de arcilla es arcilla inorgánica, que se considera estándar en ambos casos para el uso de subrasante según lo establecido por el manual del vagón. MTC, que establece que CBR <10 o CBR> / = 6 se considera regular.

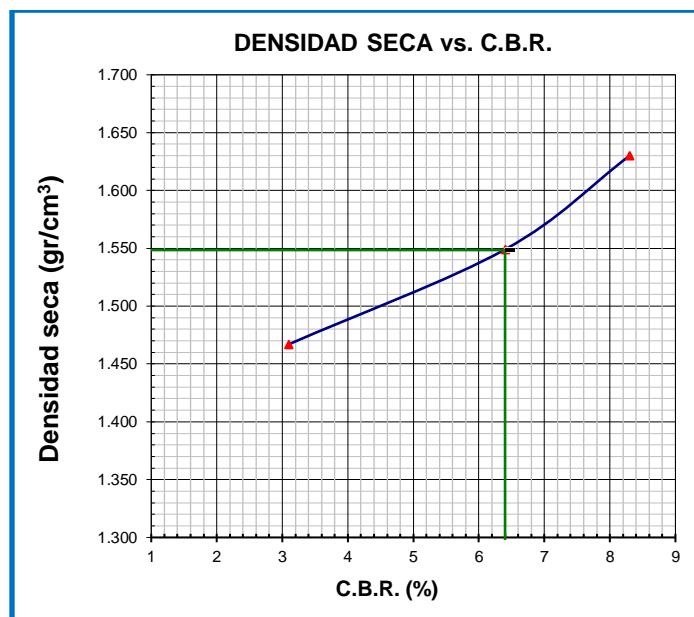


Figura 65: Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +25% de ceniza de carbon.

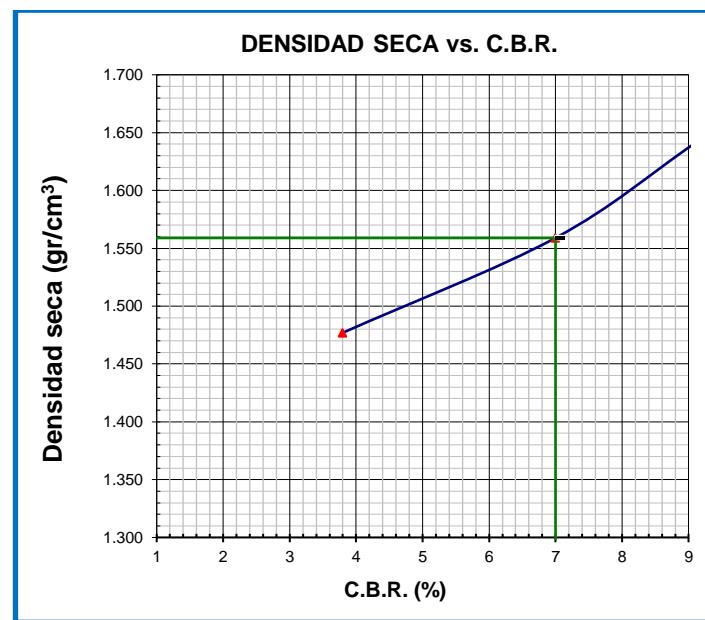


Figura 66: Diagrama de ensayo de CBR de muestra M-01 +25% de tusa de maíz.

La estratigrafía 66 muestra una gráfica de CBR versus densidad seca, para CBR al 100% la densidad seca máxima es 1630 g / cm³ y 1641 g / cm³, CBR es 8.3% y 9.10% para una penetración de 0.1 pulgadas, entonces estos valores Definir subrasante normal.

Tabla 40: Cuadro comparativo de resultado de CBR de la muestra M-01 + dosificaciones de 4% y 6% de caucho y cal.

Ensayo de CBR	CBR al 100 %	CBR al 95 %
Condición de la muestra	Penetración 0.1"	Penetración 0.1"
M-01 Estado Natural	7.50%	5.50%
M-01 + 15% de ceniza de carbón	8.1%	5.8%
M-01 + 20% de ceniza de carbón	8.20%	6.10%
M-01 + 25% de ceniza de carbón	8.30%	6.40%
M-01 + 15% de tusa de maíz	8.20%	6.00%
M-01 + 20% de tusa de maíz	8.60%	6.70%
M-01 + 25% de tusa de maíz	9.10%	7.00%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 40 muestra los resultados de la prueba CBR, los valores indicados se refieren al tamaño de la penetración con el porcentaje de CBR, el comportamiento cambia en una dirección favorable dependiendo de las combinaciones de la muestra con respecto a la adición de ceniza de carbón. y carbón. mazorca de maíz en porcentajes de 15%, 20% y 25%, con la adición de mayores porcentajes, mayor mejora en la resistencia del terreno, en la muestreo del terreno M-01 en su estado natural 100% y 95% prueba CBR con 0.1 "de penetración dio valor CBR 7.5% y 5.5%, respectivamente, a la dosis M-01 + 15% adición de ceniza de carbón y mazorcas de maíz, prueba CBR 100% con penetración 0.1 "dio 8.1% y 8.2% respectivamente CBR al 95% penetración 0.1 pulgada dio 5.8 % y 6% de CBR

respectivamente, a la dosis M-01 + 20% de adición de ceniza de carbón y mazorcas de maíz La prueba de 100% de CBR con una penetración de 0,1 pulgadas dio un 8,2% y un 8,6% respectivamente C BR Una prueba similar de 95% de CBR con una penetración de 0,1 pulgadas dio 6,1 % y 6.7% CBR respectivamente, a la dosis M-01 + 25% de ceniza de carbón y adición de mazorca de maíz La prueba CBR por 100% con una penetración de 0.1 "dio valores de 8.3% y 9.1%, respectivamente, de CBR, de manera similar a la prueba CBR al 95% con una penetración de 0,1 "dieron valores de 6,4% y 7%, respectivamente.

V. DISCUSIÓN

OG. El uso de la ceniza de carbón y la tusa de maíz como estabilizador ayudan a la mejora en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable Lomaspata – Coracora Ayacucho- 2021.

En la investigación de Cobos y otros (2019), en su trabajo de investigación que tiene como título “Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cascara de coco y cisco de café” los autores buscan establecer la severidad del comportamiento geotécnico de un suelo tras la adición de ceniza proveniente cáscara de coco y cisco de café con porcentajes de 5%. 10% y 15%. 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), en su trabajo de investigación titulado “Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos volcánicos estabilizados con ceniza de arroz y torta de caña como material de subrasante” los autores buscan el comportamiento geotécnico del suelo adicionando Ceniza de arroz y bagazo de caña en porcentajes de 5%, 10% y 15% y 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.

En la presente investigación existe coincidencia con Cobos, Ortegón y Peralta (2019) ya que usa un porcentaje similar (15%) de adición de cenizas en un suelo CH (arcilla de alta plasticidad) lo cual determino como resultado que es conveniente usar la ceniza de carbón en este suelo para uso de subrasante, lo cual también vemos a Claveria, Triana y Varón (2018) el cual determino utilizar el mismo porcentaje (15%) de ceniza para estabilizar un suelo SM (arena limosa).

Por su parte Castro (2017) con su tesis “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la subrasante” El autor pretende agrandar la firmeza de la subrasante agregando 20% de ceniza de cascara de arroz en suelos arcillosos de caminos de bajo volumen de tránsito logrando demostrar que aumenta el CBR en un 100%.

Carrasco (2017) en su tesis “estabilización de suelos adicionando cenizas de caña de azúcar” para mejorar condiciones de subrasante en suelos altamente arcillosos, al adicionar un 35% donde la ductilidad disminuye, lo que indica una alta resistencia del suelo.

De igual manera en la investigación de Carrasco (2017) y Vega (2017), que al adicionar cenizas de diferentes tipos y en porcentajes diferentes para suelos como uso de subrasante, se obtiene la mejora del porcentaje del CBR.

De esta forma comparando los resultados, se observa que al adicionar ceniza de tusa de maíz en diferentes proporciones en determinado tipo de suelo, se obtienen resultados favorables y desfavorables en cuanto al comportamiento de la subrasante, en cambio al adicionar ceniza de tusa de maíz independientemente del tipo de suelo y una dosificación porcentual, se logra obtener resultados mayormente favorables en cuanto al comportamiento de la subrasante, por lo tanto, se define que la ceniza de ceniza de tusa de maíz tiene un comportamiento favorable en la subrasante.

O1. La ceniza de carbón y tusa de maíz influyen de manera positiva en la plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable Lomaspata – Coracora, distrito de Coracora, Ayacucho 2021.

Para la investigación de Cobos, Obregón y Peralta (2019) en su tesis titulada “Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico, estabilizados por cenizas de cáscaras de coco y granos de café”, el autor corrobora mediante los ensayos físicos la clasificación de su muestra, mediante los sistemas SUCS Y AASHTO que el tipo de suelo es SM (arenas limosas) y A-2-5, respectivamente, el autor define un porcentaje de 27.00% de índice de plasticidad y 39.27 de OCH para su muestra, lo cual indica que es un suelo de baja resistencia, se determinó agregar un 5%, 10% y 15% de ceniza de cascara de coco, aumento su índice de plasticidad manifestándose en su OCH, del valor de 39.27% aumento a 38.14%, 51.17% y 42.10% respectivamente. Esta investigación coincide con Castro (2017), se conoció a través de los ensayos de granulometría que tenía un suelo CL (suelo arcilloso) y A-6 (0) según clasificación SUCS y AASHTO respectivamente, siendo su índice de plasticidad 18% y OCH 16.90% obtenido de la muestra M-01, se determinó que al adicionar 10%, 20%, 30% y 40% de ceniza

de cascara de coco, disminuyó su índice de plasticidad manifestándose en su OCH, del valor de 16.90% aumento a 19.20%, 20.00%, 22.00% y 28.00% respectivamente.

Por lo tanto, haciendo una comparación podemos deducir que los resultados tienen coincidencias, sin embargo, muestran resultados con valores diferentes lo cual se debe al tipo de suelo que están compuestas las muestras de cada uno de los autores tienen diferentes propiedades.

Cañar (2017) en su tesis titulada “Análisis comparativo de la resistencia al cizallamiento y estabilización de suelos arcillosos y de arena fina en combinación con cenizas de carbón”, para analizar las mejoras en la conducta de un suelo arcilloso mediante la adición de cenizas para la estabilización de subrasante de pavimentos, llegando a una conclusión que el 25% de ceniza era adecuado, logrando aumentar su OCH de 26.60% a 30.40%.

Esta investigación coincide con Claveria, Triana y Varón (2018), puesto que a través de los ensayos de attemberg en un suelo SM (arenas limosas) y A-2-5 según la clasificación SUCS Y AASHTO respectivamente, de la M-01, determino que al adicionar 5%, 10% y 15% de cenizas, los cuales mejoraron su OCH, SIENDO 39.27% de la muestra inicial a 38.69%, 54.00% y 47.61% respectivamente.

De ese modo haciendo una comparación de resultados, se observa para la adición de cenizas en diferentes porcentajes de dosificaciones para un determinado tipo de suelo, se obtienen resultados favorables en el comportamiento de la subrasante.

O2. El uso de la ceniza de carbón y la tusa de maíz influyen de manera positiva en la compactación de la trocha carrozable Lomaspata – Coracora Ayacucho- 2021.

Cañar (2017), en su tesis “Análisis comparativo de la resistencia al cizallamiento y estabilización de suelos arcillosos y de arena fina en combinación con cenizas de carbón” la muestra patrón a suelo natural CH 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; MDS de 1.30 a 1.31 g/cm³; la incorporación del 23% de MDS de 1.30 a 1.32 g/cm³; la incorporación del 25% de la CC, MDS de 1.30 a 1.32 g/cm³.respectivamente.

Ipince (2019) en su tesis titulada “Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019”, cuyo objetivo fue determinar la mejora de la subrasante en porcentajes de 5%, 10% y 15%, en el ensayo PROCTOR para la C-1 en suelo natural se obtuvo 1.34%, y en 5%, 15% y 25% se obtuvo 1.604%, 1.681%, 1.703% respectivamente; para la C-3 en suelo natural se obtuvo 1.94%, y en 5%, 15% y 25% se obtuvo 2.029%, 2.061%, 2.088% respectivamente logrando incrementar la máxima densidad seca.

Por tanto, realizando una comparación de resultados del ensayo de Proctor Modificado, podemos decir que discrepan, puesto que, en la presente investigación en un suelo CH (Arcilla inorgánica) y A-7-6 IG (13) según la clasificación SUCS y AASHTO respectivamente, su MDS fue 1.600 g/cm³, obtenido de la muestra' M-01, y al adicionar 15%, 20% y 25% de ceniza de carbón, esta aumenta a 1.610 g/cm³ , 1.621 g/cm³ y 1.630 y al adicionar 15%, 20% y 25% de ceniza de tusa de maíz, esta aumenta a 1.613 g/cm³ , 1.628 g/cm³ y 1.641 respectivamente, en ese sentido se pueden afirmar que se pudo determinar que la adición de ceniza de tusa de maíz tiene una mayor mejora la máxima densidad seca que la ceniza de carbón en relación a su óptimo contenido de humedad, finalizando que favorece a la compactación en ambos casos.

O3. El uso de la ceniza de carbón y la tusa de maíz influyen de manera positiva en la resistencia de la trocha carrozable Lomaspata – Coracora Ayacucho- 2021.

Cobos, Ortegón y Peralta (2019), en su trabajo de investigación que tiene como título “Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico, estabilizados por cenizas de cáscaras de coco y granos de café.” 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%; La incorporación del 10% de CCO: CBR de 76.67 %. 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.

Lo cual, con relación a los resultados obtenidos en el laboratorio al incorporar ceniza de carbón y tusa de maíz en porcentajes de 15, 20 y 25 %; logran mejorar de forma liguera el CBR patrón es 7.5% al adicionar 15, 20 y 25% de ceniza de carbón resulto 8.10%, 8.20% y 8.30% al adicionar tusa de maíz en los mismos porcentajes resulta 8.2%, 8.6% y 9.10% lo cual indica que en ambos casos se logra una mejora en el CBR sin embargo en la tusa de maíz resulta más eficiente.

VI. CONCLUSIONES

O_G- Se logró determinar que la adición de ceniza de carbón y tusa de maíz en porcentajes de 15%, 20% y 25% de manera independiente, la ceniza tusa de maíz tiene un mejor comportamiento que la ceniza de carbón en la estabilización de suelos CH (arcilla de alta plasticidad) y A-7-6 IG (13), según la clasificación SUCS y AASHTO, recogido en la trocha carrozable Lomaspata – Coracora Ayacucho-2021, por lo cual, se determina que la ceniza de tusa de maíz es un aditivo estabilizador económico, sustentable que ayuda a la mejora de sus propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso para ser usada como subrasante.

O₁- Según los resultados del laboratorio se logró determinar que la ceniza de carbón y la tusa de maíz de manera independiente logran una mejora en la plasticidad de la subrasante en la muestra de suelo M-01 en estado natural, se pudo determinar que el tipo de suelo de la calicata M-01 es arcilla, su clasificación mediante el sistema SUCS es (CH) la cual lo define como un suelo arcilloso de alta plasticidad, su clasificación mediante el sistema AASHTO es A-7-6 IG(13), el Límite Liquido (LL) es 55%, el Límite Plástico (LP) es de 25%, por lo tanto el índice de plasticidad (IP) es de 30%, por lo que al agregar 25% de ceniza de carbón al igual que la ceniza de tusa de maíz mejora de 25 a 26% el límite plástico.

O₂- De igual manera, por medio del Proctor Modificado realizados a la muestra de suelo arcilloso M-01, se pudo determinar que al adicionar la ceniza de carbón y tusa de maíz mejoran de manera positiva en la compactación logrando obtener en estado natural 21.60% el OCH y 1.600 (grs/cm³) y al incorporación de ceniza de carbón al 25% resultó OCH 18.20% y MDS 1.630 de igual manera en la ceniza de tusa de maíz OCH 17.20% y MDS 1.641 fueron los cambios que se obtuvieron del ensayo Proctor para lo cual se precisa que la tusa de maíz logró tener una mejora mayor con respecto a la ceniza de carbón.

O₃- De acuerdo a los ensayos de CBR realizados a la muestra de suelo arcilloso de alta plasticidad la M-01 obtuvo un CBR en estado natural de 7.5% logrando una mejora con 25% de ceniza de carbón hasta un 8.2% el CBR y al adicionar 25% de tusa de maíz obtuvo un CBR de 9.10 demostrando que ambas mejoran el CBR pero la ceniza de tusa de maíz resulta más eficiente ya que incrementa más el CBR.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se realicen estudios posteriores para suelos tipo CH (arcilla altamente plástica) para realizar dosis más altas o también en combinación con aditivos para lograr una mejor CBR, resultando en un mayor incremento de CBR como cal o caucho más ceniza de carbón. o mazorca de maíz en comparación con lo que se obtiene para brindar mayor consistencia con respecto a lo mencionado que en este caso se requiere una mejora de la calzada de Lomaspata – Coracora Ayacucho- 2021.
- Asimismo, se recomienda que, al momento de muestrear y realizar pruebas (distribución granulométrica, límites de Atterberg, método de Proctor modificado y CBR) en el laboratorio respectivo, que cada tipo de prueba sea secuenciada y clasifique cada recipiente que se utilice en el mismo laboratorio. una forma de pegarles etiquetas que los distingan sin causar cambios o confusión al manipularlos y transferirlos o ingresarlos en Excel para su posterior entrega con los certificados de calibración correspondientes.
- Para la masa Proctor modificada con cenizas de carbón y mazorcas de maíz, se recomienda el método A, que es un molde de 101,6 mm (4 pulgadas) con un tamiz de 3/8 pulgadas (9,5 mm), 25 golpes por capa en total 5 capas, se utiliza este método cuando el 20% o menos del peso del material permanece en el tamiz No. 4 (4.75 mm) del peso del material, el agua debe homogeneizarse con la mezcla para que no afecte los resultados. Se recomienda busque la ayuda de un técnico de laboratorio o de un experto para que puedan ser guiados y, así, evitar errores críticos durante la prueba especificada.
- Para la prueba CBR, se recomienda no cambiar la humedad en más del 2%, lo que conduce a la prueba Proctor modificada, ya que se requiere la mayor precisión de los resultados, y también para confirmar el estado de los instrumentos utilizados para las pruebas. en general desde análisis de tamaño de partículas, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, así como sus certificados de calibración para evitar errores de prueba.

REFERENCIAS

1. Manual de ensayos de laboratorio. (2016). Manual de ensayos de laboratorio. Lima – Perú: Ministerio de transportes y comunicaciones, MTC.
2. Edwin Cañar, T. (2017). Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinados con ceniza de carbón. Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
3. Cubas, K., & Falen, J. (2016). Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. Pimentel, Lambayeque – Perú: Universidad Señor de Sipán.
4. GARCIA; Anabelen. Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015.
Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7327/Garc%C3%ada%20Gonzales%20Anabel%C3%A9n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. CUSQUISIBAN, Wilder. Mejoramiento de suelos arcillosos utilizando caucho granular de neumáticos para fines constructivos de pavimento. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.
Disponible en:
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/685/T%20631.4%20C984%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Altamirano, G. José7, & Diaz, A. E. (2015). Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas.

7. Altamirano Kauffmann, L. F. (2007). Deterioro de pavimentos rígidos: Metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. Universidad Nacional de Ingeniería.
8. Cerdá Tena, E. (2012). Energía obtenida a partir de biomasa. Cuadernos Económicos de ICE, (83), 117–140.
<https://doi.org/10.1109/ICDRET.2014.6861689>
9. CONDO, D. D. L. P. (2013). ESTABILIZACIÓN DEL SUELO MEDIANTE ADICIONES DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ. Los Andes, Colombia.
10. SEENUNDUN, D. Evaluation of power plant wastes in engineered fills [M.S. thesis], University of Mauritius, 2013.
11. TRAMA VIAL. Enripiaron un camino que une Tala con Nogoyá. Uno Entre Ríos [en línea], [16 de noviembre de 2019]. [Consulta: 31 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.unoentrerios.com.ar/la-provincia/enripiaron-un-camino-que-une-tala-nogoya-n2543197.html>.
12. VÁSQUEZ, Alexander. Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante. [Tesis de título profesional]. Universidad San Pedro. Chimbote, Perú, 2018, 122 pp.
13. CONTRERAS, Denis. Así quedó la carrera 38. El Heraldo [en línea], [19 de noviembre de 2018]. [Consulta: 31 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/barranquilla/asi-quedo-la-carrera-38-567840>.
14. DAY, R. W. Soil Testing manual Procedures, Classification Data and Sampling, Practices. McGraw-Hill Inc., New York, 2001.

15. DELIZ, Rosa. Estabilización de la subrasante de carreteras empleando escorias de acería. [Tesis de título profesional]. Universidad de Holguín Sede —Oscar Lucero Moyall, Cuba. 2017, 70 pp.
16. Estrada, C. A., & Zapata Meneses, A. (2004). Gasificación de biomasa para producción de combustibles de bajo poder calorífico y su utilización en generación de potencia y calor. *Scientia et Technica*, (25), 155–159. <https://doi.org/ISSN 0122-1702>.
17. Lizcano, A., & Herrera, M. C. (2006). Suelos derivados de cenizas volcánicas en colombia. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 6(2), 167–198. <https://doi.org/Quimica>
18. Rao.D, K., Pranav.P.R.T, & Anusha.M. (2012). Stabilization of expansive soil with rice husk ash, lime and gypsum-an experimental study. *International Journal of Engineering Science and Technology(IJEST)*, 3(11), 8076–8085.
19. Serrano, T., Victoria Borrachero, M., Monzo, J. M., & Paya, J. (2012). Morteros aligerados con cascarilla de arroz Diseño de mezclas y evaluación de propiedades. *Dyna-Colombia*, 79(175), 128–136. <https://doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200011>
20. DIRPAL, S. Evaluation of coal bottom ash and residual soil mixtures as engineered fills [Thesis], University of Mauritius, 2013.
21. PEZO, Velarde. Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido en jirón la unión, juan guerra-san martin. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2016.
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30605>
22. CABANA, Marco. Mejoramiento de la relación de soporte (CBR) al adicionar el estabilizante químico cal a la subrasante de la carretera no pavimentada

de bajo transito paria-Wilcahuain. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/13375>

23. PARRA, Sara y YPENZA, Antony. Estudio experimental de la deformación de terraplenes viales sobre suelo rígido, incorporando granos de caucho al agregado A1-b. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42726>

24. CUBAS, Diego. Resistencia mecánica de un material para afirmado incorporando caucho en diferentes porcentajes. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019.

Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22306>

25. DIAZ, Katherine y TORRES, Rosa. Incorporación de partículas de caucho de neumáticos para mejorar las propiedades mecánicas en suelos arcillosos. Tesis (Título profesional de ingeniería civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019.

Disponible en:
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/126>

26. RIAZ, Shoaib.; AADIL, Naseem. y WASEEM. Uzma. Stabilization of subgrade soils using cement and lime: a case study of Kala Shah Kaku, Lahore, Pakistan. Pakistan Journal of science [en línea]. Vol. 1. N.º1. Marzo 2014. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2020].

Disponible en:
https://www.academia.edu/29467374/STABILIZATION_OF_SUBGRADE_SOILS_USING_CEMENT_AND_LIME_A_CASE_STUDY_OF_KALA_SHAH_KAKU_LAHOKE_PAKISTAN

27. KHALID, Norazlan. et al. The California Bearing Ratio (CBR)Value for Banting Soft Soil Subgrade Stabilization Using Lime-Pofa Mixtures. EJGE [en línea]. Vol. 19. 2014. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020]. Disponible en: <http://www.ejge.com/2014/Ppr2014.013nar.pdf>
28. BURAK, Erhan. y VEFA, Muhammet. Comparison of Effects of Using Geosynthetics and Lime Stabilization to Increase Bearing Capacity of Unpaved Road Subgrade. Hindawi [en línea]. 25 Agosto del 2016. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/amse/2016/7129356/>
29. HAMBIRAO, Ghatge. y RAKARADDI, P. Soil stabilization using waste shredded rubber tyre chips. Journal of Mechanical and Civil Engineering [en línea]. Vol. 11. N.º1. Febrero 2014. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/a389/8d0b77ad295204185dc0763cd1dbdb94b659.pdf>
ISSN: 2278-1684
30. HUSSAIN, Farhat. y KHAN, Amanullah. Sustainability of using crumb rubber and quarry dust for stabilization of expansive soils in road subgrade: a review. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) [en línea]. Vol. 8. N.º12. Diciembre 2017. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Amanullah_Khan10/publication/329589291_Sustainability_of_using_Crumb_Rubber_and_Quarry_Dust_for_Stabilization_of_Expansive_Soils_in_Road_Subgrade_A_Review/links/5c11380a299bf139c7537936/Sustainability-of-using-Crumb-Rubber-and-Quarry-Dust-for-Stabilization-of-Expansive-Soils-in-Road-Subgrade-A-Review.pdf
ISSN: 0976-6308

31. MARATHE, Shriram.; SHANKAR, Bhavani. y KUMAR, Anil. Stabilization of Lithomargic Soil Using Cement and Randomly Distributed Waste Shredded Rubber Tyre Chips. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) [en línea]. Vol. 23. N.º6. Mayo 2015. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Shriram_Marathe/publication/279952758_Stabilization_of_Lithomargic_Soil_Using_Cement_and_Randomly_Distributed_Waste_Shredded_Rubber_Tyre_Chips/links/559f81f808ae30ce833ca5b0/Stabilization-of-Lithomargic-Soil-Using-Cement-and-Randomly-Distributed-Waste-Shredded-Rubber-Tyre-Chips.pdf

ISSN: 2231-5381

32. Morales (2015). Valoración de cenizas de carbón para la estabilización de suelo mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas (tesis de pregrado). Recuperado de

<https://repository.udem.edu.co/handle/11407/1236>

33. Pérez, A. (2016) "Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada". Tesis para optar título profesional, FIC-UNI, Lima, Perú.

34. Carrasco, D. (2017). Estabilizacion de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de Moro a Virahuancá en el distrito de Moro – Provincia del Santa, (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10223>

35. Vidal, D. V., Torres, J. y Gonzales, L. O. (2016). Ceniza de bagazo de caña para elaboración de materiales de construcción: Estudio preliminar. Revista de Física, 48E. 14-23.

36. Patil, Ashwini. et al. Soil Stabilization Using Shredded Rubber and Design of Flexible Pavement. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) [en línea]. Vol. 6. N.º4. Abril 2019. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020].
Disponible en:
<https://www.irjet.net/archives/V6/i4/IRJET-V6I4927.pdf>
ISSN: 2395-0056
37. Ashima, J. y Sindhu, A. Comparative Study of Strength Characteristics of Subgrade Soil Reinforced with Galvanized Steel Mesh and Synthetic Rubber. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) [en línea]. Vol. 4. N.º11. Noviembre 2015. [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2020].
Disponible en:
<https://www.ijert.org/comparative-study-of-strength-characteristics-of-subgrade-soil-reinforced-with-galvanized-steel-mesh-and-synthetic-rubber>
ISSN: 2278-0181
38. ROJAS, Daniel, 2012, Índice de soporte de california. Escuela de ingeniería en construcción. Recuperado de:
<https://es.scribd.com/document/277184354/informe-cbr-pdf>
39. Duran, G. (2016). Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza de madera: agregando valor a los residuos de la industria de ladrillos artesanales en Perú. Lima – Perú.
40. Castro, A. (2017). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para el mejoramiento de la subsaante (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://www.google.com.pe/search?q=tesis+de+estabilizacion+de+suelos+con+cenizas+de+arroz&oq=tesis+de+estabilizacion+de+suelos+con+cenizas+de+arroz&aqs=chrome..69i57.5919j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

"Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021"

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICADORES
¿ Cómo influye la incorporación de cenizas de carbón y tusa de maíz en las propiedades de la Subrasante en la trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito de Coracora, Ayacucho- 2021 ?	Determinar cómo influye las cenizas de carbón y tusa de maíz en las propiedades de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021	Las cenizas de carbón y tusa de maíz influyen en las propiedades de la subrasante en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021	CENIZA DE CARBON Y TUSA DE MAIZ	DOSIFICACIÓN	0%, 15%cc, 20%cc, 25% cc 0%, 15%tm, 20%tm, 25% tm	BALANZA DE MEDICION
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	DEPENDIENTE			
¿ Cómo influye las cenizas de carbón y tusa de maíz en la plasticidad de la Subrasante?	Determinar la plasticidad de la subrasante con la adición de la ceniza de carbón y la tusa de maíz	Las cenizas de carbón y tusa de maíz influyen en la plasticidad de la subrasante	SUBRASANTE	PLASTICIDAD	Granulometría/ límite líquido/ límite plástico/ índice de plasticidad	Ensayo de consistencia
¿ Cómo influye las cenizas de carbón y tusa de maíz en la compactación de la Subrasante ?	. Determinar la compactación de la subrasante con la adición de la ceniza de carbón y la tusa de maíz	Las cenizas de carbón y tusa de maíz influyen en la compactación de la subrasante		COMPACTACION	Máxima densidad/ óptimo contenido de humedad	Proctor modificado
¿ Cómo influye las cenizas de carbón y tusa de maiz en la resistencia de la Subrasante ?	. Determinar la resistencia de la subrasante con la adición de la ceniza de carbón y la tusa de maíz	Las cenizas de carbón y fibra de influyen en la resistencia de la subrasante		RESISTENCIA	CBR	Ensayo CBR

ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

"Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozal Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021"

Tipo de variable	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
INDEPENDIENTE	CENIZAS DE CARBON Y TUSA DE MAIZ	Las cenizas de 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). La tusa de maíz se trata es un material fibroso con buenas propiedades de resistencia al batido, a las bacterias y al agua. (Prado, Hernández, 2011).	La ceniza de carbón 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 tusa de maíz se realizará el molido de este para su aplicación en los ensayos	Dosificación	15.00% de sustitución del peso para la ceniza de carbón y tusa de maíz	De Razón	-Método: Científico -Tipo de investigación: Cuantitativo -Enfoque: cuantitativo -Nivel: Explicativo casual correlacional -Población: Es infinita en cuanto se trate de cantidades de concreto. -Muestra: 28 especímenes. -Muestreo: Muestreo no probabilístico internacional. -Técnica: Observación directa -Instrumento de Investigación: Recopilación de datos
					15.00% de sustitución del peso para la ceniza de carbón y tusa de maíz		
					15.00% de sustitución del peso para la ceniza de carbón y tusa de maíz		
DEPENDIENTE	Sub rasante	Según el MTC la subrasante es la capa superior del terraplén 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	Plasticidad	-Muestreo: Muestreo no probabilístico internacional. -Técnica: Observación directa -Instrumento de Investigación: Recopilación de datos
					Limite plástico		
					Índice de plasticidad		
			Compactación	Compactación	Clasificación de suelos	Compactación	Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca
					Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca		
			Resistencia	Resistencia	Capacidad portante del suelo		

ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación ceniza de carbón y tuza de maíz

"Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tuza de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021"

Fecha: 01 - 07 - 2021.....

Número de ficha: 1

Autores: Débora María Milagros Quijano Chávez – Fedor Amaru Valdivia Salomón
Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Parinacocha Distrito: Cora Cora Localidad: Lomaspata

VARIABLE	INDEPENDIENTE		
	CENIZA DE CARBÓN		MARCAR (x)
D:1	DOSIFICACION		SI NO
PROCEDIMIENTO A REALIZAR	Se realizaran los ensayos definidos en el desarrollo de proyecto de investigación para conocer cómo influyen la ceniza de carbón y tuza de maíz como estabilizadores en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021	X	
SUELO NATURAL	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+15% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+20% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+25% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	

CONSORCIO ACCA LIMA NORTE

ING. MARITZA PANTOJA CADILLO
INGENIERA PRESIDENTE
CIP: 094475

V2:	TUZA DE MAIZ		
D:1	DOSIFICACION		
SUELO NATURAL	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+15% DE TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+20% TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+25% DE TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	

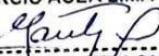
VARIABLE	DEPENDIENTE					
	MARCAR		SI(X)	NO(X)		
V1:	SUB RASANTE					
D.1	PLASTICIDAD					
LIMITE LIQUIDO	Ensayo límites de atterberg	X				
LIMITE PLASTICO	Ensayo límites de atterberg	X				
D.2	COMPACTACION					
CLASIFICACION DE SUELOS	Ensayo de granulometría	X				
LCONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA	Ensayo Proctor modificado	X				
D.3	RESISTENCIA					
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	Ensayo CBR	X				

CONSORCIO ALTA LIMA NORTE
 ING MARITZA PANTOJA CADILLO
 INGENIERA EN GEOTECHNICA
 Enero 2014

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Pantoya Cadillo Maritza

Título profesional: Ing Civil

Nº de registro CIP: 080475

CONSORCIO ACEA LIMA NORTE

ING. MARITZA PANTOYA CADILLO
INGENIERA RESIDENTE
CIP: 080475
Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación ceniza de carbón y tuza de maíz

"Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tuza de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021"

Fecha: 02-07-2021

Número de ficha: 2

Autores: Débora María Milagros Quijano Chávez – Fedor Amaru Valdivia Salomón

Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Parinacocha Distrito: Cora Cora Localidad: Lomaspata

VARIABLE	INDEPENDIENTE		
V1:	CENIZA DE CARBÓN		MARCAR (x)
D:1	DOSIFICACION	SI	NO
PROCEDIMIENTO A REALIZAR	Se realizaran los ensayos definidos en el desarrollo de proyecto de investigación para conocer cómo influyen la ceniza de carbón y tuza de maíz como estabilizadores en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021	X	
SUELO NATURAL	Ensaya límites de atterberg ,Ensaya Proctor modificado, Ensaya de granulometria, Ensaya CBR	X	
SUELO NATURAL+15% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensaya límites de atterberg ,Ensaya Proctor modificado, Ensaya de granulometria, Ensaya CBR	X	
SUELO NATURAL+20% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensaya límites de atterberg ,Ensaya Proctor modificado, Ensaya de granulometria, Ensaya CBR	X	
SUELO NATURAL+25% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensaya límites de atterberg ,Ensaya Proctor modificado, Ensaya de granulometria, Ensaya CBR	X	

ACEA - CONSORCIO ACEA LIMA NORTE

ING. ELMER ÁÑON CASTRO PACHECOS
INGENIERO RESIDENTE
CIP 127630

V2:	TUZA DE MAIZ		
D:1	DOSIFICACION		
SUELO NATURAL	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+15% DE TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+20% TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+25% DE TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	

VARIABLE	DEPENDIENTE		
	MARCAR		
V1:	SUB RASANTE	SI(X)	NO(X)
D:1	PLASTICIDAD		
LIMITE LIQUIDO	Ensayo límites de atterberg	X	
LIMITE PLASTICO	Ensayo límites de atterberg	X	
D:2	COMPACTACION		
CLASIFICACION DE SUELOS	Ensayo de granulometría	X	
LCONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA	Ensayo Proctor modificado	X	
D:3	RESISTENCIA		
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	Ensayo CBR	X	

ACEA - CONSORCIO AEBÁ LIMA NORTE

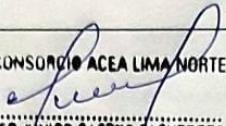
 INGENIERO RESIDENTE
 CIP: 127939

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: CASTRO PACHERRES ELMER JUNIOR

Título profesional: INGENIERIA CIVIL

Nº de registro CIP: 127630

ACEA - CONSORCIO ACEA LIMA NORTE



.....
ING. ELMER JUNIOR CASTRO PACHERRES

.....
INGENIERO RESIDENTE

GIP: 187400

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación ceniza de carbón y tuza de maíz

“Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tuza de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021”

Fecha: 04-07-2021

Número de ficha: 3

Autores: Débora María Milagros Quijano Chávez – Fedor Amaru Valdivia Salomón

Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Parinacocha

Distrito: Cora Cora

Localidad: Lomaspata

VARIABLE	INDEPENDIENTE		
	CENIZA DE CARBÓN	MARCAR (x)	
D:1	DOSIFICACION	SI	NO
PROCEDIMIENTO A REALIZAR	Se realizaran los ensayos definidos en el desarrollo de proyecto de investigación para conocer cómo influyen la ceniza de carbón y tuza de maíz como estabilizadores en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021	X	
SUELO NATURAL	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+15% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	

SUELO NATURAL+20% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+25% DE CENIZA DE CARBÓN	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	

V2:	TUZA DE MAIZ		
D:1	DOSIFICACION		
SUELO NATURAL	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+15% DE TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+20% TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	
SUELO NATURAL+25% DE TUZA DE MAIZ	Ensayo límites de atterberg ,Ensayo Proctor modificado, Ensayo de granulometría, Ensayó CBR	X	

VARIABLE	DEPENDIENTE		
	SUB RASANTE	MARCAR	
D:1	PLASTICIDAD	SI(X)	NO(X)
LIMITE LIQUIDO	Ensayo límites de atterberg	X	
LIMITE PLASTICO	Ensayo límites de atterberg	X	
D:2	COMPACTACION	X	
CLASIFICACION DE SUELOS	Ensayo de granulometría	X	
LCONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA	Ensayo Proctor modificado	X	
D:3	RESISTENCIA	X	
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	Ensayo CBR	X	

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO

Título profesional: INGENIERO CIVIL

Nº de registro CIP: 194542

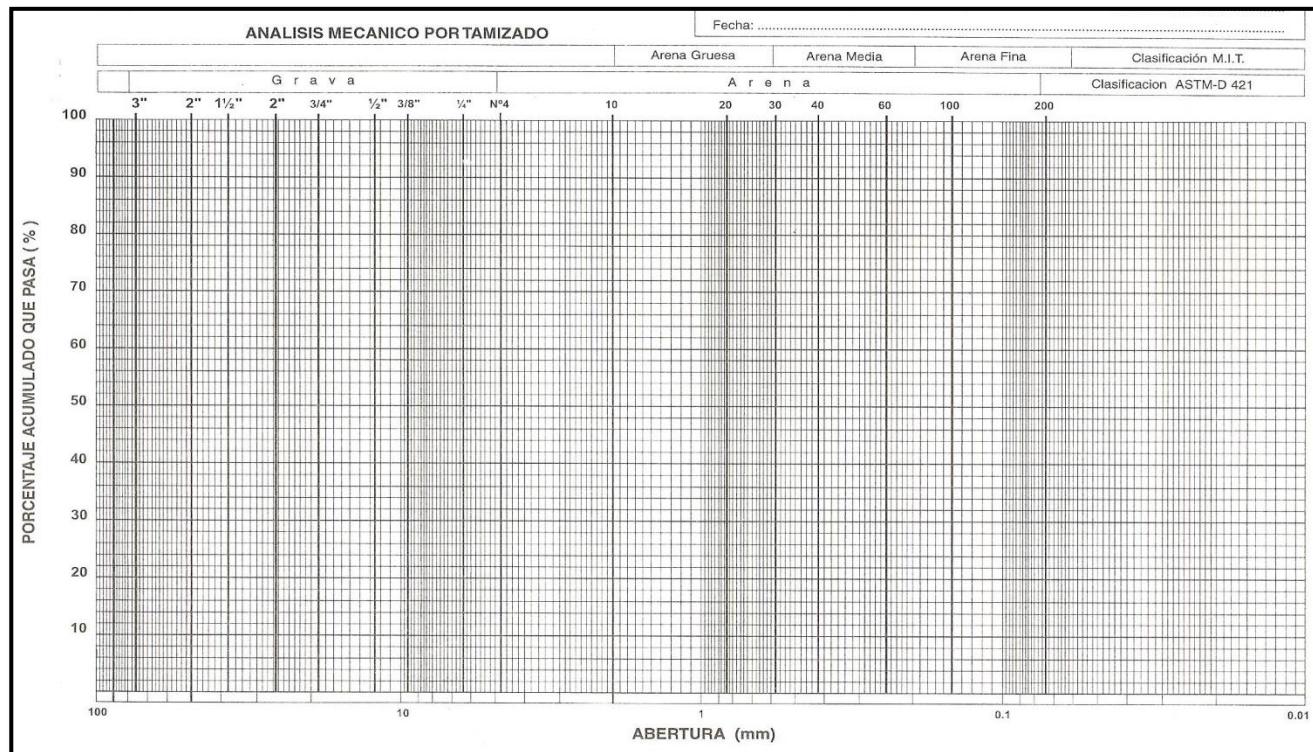


Firma

Instrumento para determinar el contenido de humedad

Solicitante:	
Proyecto	
Ubicación	
Fecha	
Contenido de humedad	
Nº	Calicata
	Profundidad
1	Peso recipiente + suelo húmedo
2	Peso recipiente + suelo seco
3	Peso recipiente
4	Peso agua (1-2)
5	Peso suelo seco (2-3)
6	Humedad $(4/5)^* 100(\%)$

Instrumento para medir el Análisis granulométrico por tamizado



Instrumento para medir los límites de Atterberg.

PROYECTO:		
UBICACIÓN		
CALICATA:		
MUESTRA		
PROFUNDIDAD:		
FECHA:		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)		
Nº tara		
Nº de golpes		
Peso tara	(gr)	
Peso tara + suelo húmedo	(gr)	
Peso tara + suelo seco	(gr)	
Peso del agua	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Humedad	(%)	
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
Nº tara		
Peso tara	(gr)	
Peso tara + suelo húmedo	(gr)	
Peso tara + suelo seco	(gr)	
Peso del agua	(gr)	
Peso del suelo seco	(gr)	
Humedad	(%)	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)= LL - LP		
<p style="text-align: center;">Gráfico de Fluidez</p> <p>The graph shows a vertical line at 25 strokes on a grid where the x-axis ranges from 10 to 100 and the y-axis ranges from 0.0 to 45.0. The vertical line is positioned at approximately 25.5 on the x-axis.</p>		

Instrumento para medir el Proctor modificado.

Humedad					
Prueba N°	1	2	3	4	
Recipientes N°					
Peso de tara	(gr)				
Tara + suelo húmedo	(gr)				
Tara + suelo seco	(gr)				
Peso del agua	(gr)				
Peso del suelo seco	(gr)				
Contenido de humedad	(%)				
Densidad					
Prueba N°	1	2	3	4	
Peso del molde + suelo húmedo	(gr)				
Peso de molde	(gr)				
Peso suelo húmedo	(gr)				
Volumen del molde	(cm ³)				
Densidad húmeda	(gr/cm ³)				
Densidad seca	(gr/cm ³)				
Densidad seca	(gr/cm ³)				
Contenido de humedad	(%)				
<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> <p>The graph shows a curve starting at (0, 1.8) and decreasing to (30, 1.5). The x-axis is labeled "Contenido de humedad (%)" and ranges from 0 to 30. The y-axis is labeled "Densidad Seca (gr/cm³)" and ranges from 1.5 to 1.8.</p>					

Instrumento para medir el ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Molde N°	A	B	C	CONDICION DE LA MUESTRA Peso del molde + suelo húmedo Peso del molde Peso del suelo húmedo Volumen del molde Densidad humeda % de humedad Densidad seca					
Capas N°									
N° de golpes por capa									
Peso del molde + suelo húmedo									
Peso del molde									
Peso del suelo húmedo									
Volumen del molde									
Densidad humeda									
% de humedad									
Densidad seca									
AREA DEL PISTON pulg.2									
MOLDE A MOLDE B MOLDE C PENETRACION PULGADAS									
	Kg	Lb	Lb/Pulg.2	Kg	Lb	Lb/Pulg.2	Kg	Lb	Lb/Pulg.2
GRAFICO ESFUERZO DEFORMACION 									
CARGA (LIBRAS) PENETRACION (PULG.)									