



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Estabilización de suelos para la Pavimentación de la trocha  
carrozable, carrizal km 3+000-Tamboya km 6+000 Distrito  
Yamango-Provincia Morropon – Piura, 2022

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

**AUTOR(ES):**

Bazalar Paz, Jonathan Enrique (orcid.org/0000-0003-4573-5708)  
Concha Chuquicusma, Dilma (orcid.org/0000-0003-1185-6042)

**ASESOR(A):**

Mg. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (orcid.org/0000-0001-5207-4421)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**PIURA – PERÚ  
2022**

## **DEDICATORIA**

El siguiente proyecto, lo dedicamos en primera instancia a nuestro Padre Dios quien nos guía en nuestro camino y por permitirnos llegar hasta aquí, además gracias a nuestro esfuerzo y compromiso como equipo de trabajo también se lo dedicamos a nuestros padres, porque nos han apoyado incondicionalmente en el transcurso de nuestra carrera profesional, finalmente a nuestra docente y asesor el ingeniero Medina Carbajal Lucio Sigifredo quien nos ha guiado en la elaboración y culminación de nuestro proyecto de tesis. Gracias por todo el apoyo pues nos ha servido para alcanzar nuestras metas y convertirnos en futuros profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

a nuestro dios.

A La Universidad Cesar Vallejo Filial Piura.

A La Facultad De Ingeniería Civil.

a nuestro docente ing. Medina Carbajal Lucio Sigifredo

A ITLO LABORATORIO CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variable operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos.....	12
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	61

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Método de ensayo para el análisis granulométrico – M1.....	16
<b>Tabla 2:</b> Método de ensayo para el análisis granulométrico – M2.....	17
<b>Tabla 3:</b> Método de ensayo para el análisis granulométrico – M3.....	18
<b>Tabla 4:</b> Método de ensayo para determinar el contenido de humedad – M1.....	20
<b>Tabla 5:</b> Método de ensayo para determinar el contenido de humedad – M2.....	21
<b>Tabla 6:</b> Método de ensayo para determinar el contenido de humedad – M3.....	21
<b>Tabla 7:</b> Límites de consistencia M1.....	22
<b>Tabla 8:</b> Límites de consistencia M2.....	22
<b>Tabla 9:</b> Límites de consistencia M3.....	23
<b>Tabla 10:</b> Métodos para el proctor modificado.....	23
<b>Tabla 11:</b> Método “A” para el proctor de la M-1 con su respectivo análisis granulométrico.....	24
<b>Tabla 12:</b> Compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificada de la M-1.....	25
<b>Tabla 13:</b> Gráfico de densidad seca en relación con el contenido de humedad de M-1.....	26
<b>Tabla 14:</b> Método “B” para el proctor de la M-2 con su respectivo análisis granulométrico.....	27
<b>Tabla 15:</b> Compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificada de la M-2.....	28
<b>Tabla 16:</b> Gráfico de densidad seca en relación con el contenido de humedad de M-2.....	29
<b>Tabla 17:</b> Método “A” para el proctor de la M-3 con su respectivo análisis granulométrico.....	30
<b>Tabla 18:</b> Compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificada de la M-3.....	31

<b>Tabla 19:</b> Grafico de densidad seca en relación con el contenido de humedad de M-3.....	32
<b>Tabla 20:</b> Método para el cbr de la M-3 con su respectivo análisis granulométrico.....	34
<b>Tabla 21:</b> Ensayo de cbr de la M-3.....	35
<b>Tabla 22:</b> Penetracion con la prensa analógica de la M-3.....	36
<b>Tabla 23:</b> Indice medio semanal y anual de vehículos.....	37
<b>Tabla 24:</b> Compactacion de suelos en laboratorio utilizando energía modificada de la M-1 con cal.....	39
<b>Tabla 25:</b> Grafico de densidad seca en relación con el contenido de humedad de M-1 con cal.....	41
<b>Tabla 26:</b> Compactacion de suelos en laboratorio utilizando energía modificada de la M-2 con cal.....	42
<b>Tabla 27:</b> Grafico de densidad seca en relación con el contenido de humedad de M-2 con cal.....	43
<b>Tabla 28:</b> Compactacion de suelos en laboratorio utilizando energía modificada de la M-3 con cal.....	44
<b>Tabla 29:</b> Grafico de densidad seca en relación con el contenido de humedad de M-3 con cal.....	45
<b>Tabla 30:</b> Metodo para el cbr con cal de la M-3 con su respectivo análisis granulométrico.....	46
<b>Tabla 31:</b> Ensayo de cbr con cal de la M-3.....	48
<b>Tabla 32:</b> Penetracion con la prensa analógica de la M-3.....	49
<b>Tabla 33:</b> Tabla de salarios y beneficios sociales para el régimen de construcción civil.....	50
<b>Tabla 34:</b> Matriz de coherencia.	

**Tabla 35:** Matriz de operacionalización de variables y dimensiones.

**Tabla 36:** Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

**Tabla 37:** Criterios para estabilizar un suelos.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación del Proyecto.....	11
<b>Figura 2:</b> Contenido de grava.....	19
<b>Figura 3:</b> Contenido de arena.....	19
<b>Figura 4:</b> Contenido de finos.....	20
<b>Figura 5:</b> Límites de consistencia.....	22
<b>Figura 6:</b> Relación densidad / humedad.....	33
<b>Figura 7:</b> Gráfico de cbr de 1.3% de la M-3.....	36
<b>Figura 8:</b> Gráfico de número de vehículos.....	38
<b>Figura 9:</b> Gráfico de análisis de la demanda.....	40
<b>Figura 10:</b> Gráfico de cbr con cal de 12.6% de la M-3.....	50
<b>Figura 11:</b> Gráfico de salarios de operario, oficial y peón.....	53
<b>Figura 12:</b> Partida de estabilización con cal.....	53
<b>Figura 13:</b> Costo total de la partida.....	53



## RESUMEN

este informe de investigación presenta como objetivo general “Realizar la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de

Morropón - Piura, 2021”. cuyo propósito además de mejorar la transitabilidad, perfeccionar la estética de la trocha carrozable mencionada y con el uso de las pendientes y drenaje discurrir las aguas pluviales, pues esto permitirá que no se almacenen las aguas de lluvia y se creen inundaciones. El desarrollo de este informe de investigación es de tipo aplicada al realizar la estabilización de suelos con aditivo químico como propuesta futura en la trocha carrozable. teniendo como muestra la trocha carrozable Carrizal Km 3+000 – Tamboya Km 6+000, se realizó el estudio de mecánica de suelos donde determinamos que el material es arcilloso habiendo realizado el ensayo granulométrico de las tres muestras. Siendo un tipo de suelos malo para la construcción ya sea para edificaciones, carreteras, etc. los materiales estudiados a nivel de subrasante o material natural hablamos de suelos arcillosos y con clasificación AASHTO es A-4(0), material arena limo arcillosa.

De acuerdo a los porcentajes del aditivo químico, se debe utilizar la cantidad apropiada y de una calidad que cumpla con la norma ASTM C-977 (Norma de cal para estabilización de suelos) y ASTM C-25 (ensayos de laboratorio para cal). Para nuestro proyecto de investigación se trabajó con 6% de cal, respecto al costo un presupuesto de 218,520,00 (Doscientos Dieciocho mil Quinientos veinte 00/100Soles).

**Palabras clave:** estabilización, suelos, transitabilidad.

## ABSTRACT

the general objective of this research report is "soil stabilization for the paving of the carrizal carriage road km 3+000 - tamboya km 6+000 yamango district - province of morropón - piura, 2021". its purpose is to improve the trafficability, improve the aesthetics of the mentioned carriage road and with the use of slopes and drainage to drain the rainwater, as this will prevent the storage of rainwater and create floods. the development of this research report is of an applied type when carrying out the soil stabilization with chemical additive as a future proposal in the dirt road. taking as a sample the dirt road carrizal km 3+000 - tamboya km 6+000, the study of soil mechanics was carried out where we determined that the material is clayey having carried out the granulometric test of the three samples. being a bad type of soil for construction, whether for buildings, roads, etc. the materials studied at the level of subgrade or natural material are clayey soils and the aashto classification is a-4(0), silty clayey sand material.

according to the percentages of the chemical additive, the appropriate quantity should be used and of a quality that complies with astm c-977 (standard for lime for soil stabilization) and astm c-25 (laboratory tests for lime). for our research project we worked with 6% lime, with respect to the cost a budget of 218,520.00 (two hundred eighteen thousand five hundred twenty 00/100soles).

**Keywords:** stabilization, soils, trafficabilit

## I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial es fundamental para el desarrollo económico y social de nuestro país debido a la gran escasez de pavimentación vial, ya que permite su construcción, renovación, mejoramiento y mantenimiento a nivel nacional. (El Peruano, 2021, parr,2).

Durante lo sucedido por las lluvias ocasionado en el año 2017 afecto gran parte del distrito de Yamango por lo que dio paso al deterioro de muchas trochas carrozables, siendo una de ellas la trocha carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 una de las vías más afectadas de la zona, originando así el deterioro y lodo de dicha trocha afectando a los pobladores que esta presenta al transitar.

Un problema identificado en la zona es la falta de pavimentación de la trocha carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 del Distrito de Yamango, donde el tramo de toda la trocha carrozable se encuentra deteriorado y no ha sido tomado en cuenta por las autoridades de la municipalidad distrital de Yamango. Esta trocha carrozable tiene pendientes regularmente muy inclinadas y curvas muy cerradas, situación que afecta la seguridad de los pobladores y visitantes que caminan por esta trocha carrozable.

Además, la trocha carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 del Distrito de Yamango genera un mal aspecto a simple vista a causa por los acontecimientos que ha pasado dicha carretera, además del levantamiento de polvo ocasionando enfermedades respiratorias a los pobladores de este lugar.

En este proyecto de investigación tenemos el siguiente problema general

¿Cuál es la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha

Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, ¿2022?

De igual forma, en este proyecto de investigación, como problemas específicos tenemos los siguientes:

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022?, ¿Cuáles son los porcentajes del aditivo químico para la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022?, y por ultimo ¿Cuál es el costo en la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022?

Dentro del proyecto de investigación tenemos la siguiente justificación de estudio:

Esta investigación se justifica porque en la mayoría de la población que viven en zonas urbanas las carreteras que son de pavimento flexible en su mayoría por ser de menor costo, en ciertos casos no se les da cierto mantenimiento, ya que se requiere cada cierto tiempo a menudo para conservar el estado del pavimento y que no se originen baches más aún si no se tiene un sistema de drenaje pluvial como es el caso en la ciudad de Piura y que es muy escaso, ya que cuando llueve las aguas se empozan en las carreteras y el mismo caucho de la llantas tienden a desgarrar la carpeta asfáltica originando con el tiempo huecos dando así mal aspecto y de paso afectando el tránsito de vehículos y también ocasionando un malestar en los alrededores afectando la calidad de vida de los pobladores.

Es por eso que en nuestro proyecto de investigación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, se va a realizar una carretera tipo pavimento rígido que es lo adecuado a pesar de ser más costosa aun así no requiere de mucho mantenimiento por lo que no es muy deformable dando paso a que tenga una mayor vida útil y la losa de concreto absorbe todos los esfuerzos.

El mejoramiento del suelo implica la compactación y la adición de estabilizadores, lo que afecta el control de calidad de las capas formadas para obtener una estructura de suelo estable, económica y promover una vida útil más larga. (Rico Rodríguez & Del castillo,2006)

La información obtenida será la base para otras investigaciones similares relacionadas al área de la Ing. Civil, ya que es un aporte con respecto al tema para la estabilización de suelos.

Para ampliar dicho proyecto de investigación se debe tener en cuenta lo que se quiere lograr, es por eso que nos hemos planteado objetivos.

El objetivo general del proyecto de investigación es: “Realizar la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022”.

Seguido hacemos mención a tres objetivos específicos tales como: cuales son las propiedades físicas y mecánicas del Suelo para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022.

Determinar los porcentajes del aditivo químico para la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022.

Como último objetivo, Determinar el costo de la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Para crear estructuras horizontales como pavimentos flexibles y rígidos, es muy importante un proceso de estabilización ya que mejora las condiciones del suelo, canteras y materiales de río que pueden ser utilizados en la construcción y porque reduce su impacto debido a este enfoque, optimizando el desarrollo, costes y consiguiendo un menor impacto ambiental.

Como parte de un proyecto de investigación, contamos con los siguientes antecedentes:

Antecedentes internacionales, hemos considerado los siguientes autores.

Navarro y Díaz Sandino (2015), en su tesis titulada “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí-Rivas” – Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; su objetivo general, por tanto, es estabilizar el suelo cohesivo de los caminos de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio de Potosí, provincia de Rivas, con una mezcla de cal hidratada. Como resultado, se mejora la plasticidad y compactación en el proceso de producción entre la cal y la arcilla, aumentando la capacidad portante del suelo.

Manuel Gerardo Parra Gómez (2018), en su tesis titulada “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante” – Universidad Católica de Colombia, su propósito general es asegurar la estabilidad química del suelo, un proceso de agregar cal y cenizas con diferentes porcentajes para determinar la dosis óptimas de los estabilizadores mediante el uso de la fuerza de compresión y la tracción, Parra concluye que la cal tiene buenos comportamientos mecánicos relacionados con el hecho de que el modelo de control aumenta la adhesión de cenizas volantes como material alternativo, sin un comportamiento adecuado, como la cal, y como efecto negativo, se encontró que el material tenía la deformación unitaria mas alta (9.8% aprox.) en comparación con la cal, en la que la mayor deformación fue del 5.7% y en la muestra control fue del 1.8%.

Erick Giovanni Gavilanes Bayas (2015), con tesis titulada “Estabilización y mejoramiento de sub –rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de santos pamba barrio colinas del sur – Quito - Ecuador” – Universidad

Internacional del Ecuador, por ende el autor tuvo como objetivo general analizar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la modificación y estabilización de suelo en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur empleando adiciones de cal y cemento en diferentes porcentajes para determinar la estabilización de plasticidad del material de sub rasante en la vía, Gavilanes concluyó que el uso de cemento para estabilizar el suelo es ventajoso, ya que al dimensionar la estructura de rodadura, se logra disminuir el espesor de este ya sea de pavimento rígido o de asfalto, en este aspecto de la construcción, ayuda a reducir los costos de construcción.

Como antecedentes nacionales para argumentar la tesis contamos con los siguientes autores

Lizeth Mercedes de la Cruz Gutiérrez y Kaite Karen Salcedo Rojas (2016), en su tesis titulada “Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación en Palian – Huancayo – Junín” – Universidad Peruana Los Andes, las investigadoras concluyeron que el aditivo eco road 2000 en la parte física y mecánica acelera el proceso de expansión y contracción para poder obtener un suelo más estable.

Ricardo Sahir Requejo Carrillo (2020), en su tesis titulada “Estabilización de suelos arenosos utilizando *Oryza sativa* (arroz), pueblo joven las dunas- Lambayeque-Perú” – Universidad Señor de Sipán, el objetivo general fue evaluar el uso de ceniza de *Oryza sativa* para estabilizar suelos arenosos en el pueblo joven Las Dunas en la región Lambayeque - Lambayeque , finalmente el autor concluyó que la adición de ceniza de *Oryza Sativa* al suelo arenoso mejoró las propiedades mecánicas de la muestra de suelo en su estado natural.

Andrea Thatiana Terrones Cruz (2018), en su tesis titulada “Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de sub rasante en el sector Barraza, Trujillo” – Universidad Privada del Norte, el objetivo general fue determinar el efecto de agregar ceniza de bagazo de caña de azúcar al 5%, 10% y 15% del peso seco del suelo sobre la estabilidad de la arcilla en el área de Barraza – Trujillo, que según la autora concluye que el CBCA (cenizas del bagazo de caña) mejoró las propiedades mecánicas del suelo con

una sugerida adición del 3%, mientras que con una adición del 15% se obtuvieron mejores resultados dependiendo de la capacidad portante del suelo.

Para los antecedentes locales, hemos considerado los siguientes autores

Brandon Enrique Bravo Barrionuevo y Heiner Arturo López Jara (2021), en su tesis titulada “Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara – Piura” – Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, tuvo como objetivo general adicionar valvas de molusco y vidrio para mejorar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos para que sean empleados en construcciones de vivienda unifamiliares en la ciudad de Talara – Piura, los autores concluyeron que según los ensayos se puede afirmar que la mezcla óptima que mejora las propiedades mecánicas del suelo arcillas con las mezclas diseñadas respectivas y que logran aumentar los valores de densidad y contenido de humedad al añadir las conchas de abanico y vidrio.

Diana Karolina Márquez Martínez (2019), en su tesis titulada “Mejoramiento de la estabilización en la sub rasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados en el distrito la encantada, provincia de Morropón – Piura” – Universidad Nacional de Piura, el objetivo general es mejorar las propiedades de la arcilla PET en la zona de La Encantada en la provincia de Morropón-Piura, la autora concluyo que la adición de un 6% de PET solo mejora la capacidad de carga (CBR), mientras que en sus demás propiedades y características no se aprecian cambios, obteniendo así resultados similares para sus ensayos de granulometría, humedad, límites del suelo y compactación.

Ángelo Daniel Chávez López (2021), en su tesis titulada “Silicato de sodio para la estabilización de suelos en la trocha la menta Km 00+000 – Garabato Km 1+430 distrito de Las Lomas – provincia y departamento de Piura” – Universidad Nacional de Piura, el objetivo general es analizar los resultados de las pruebas de laboratorio de muestras con silicato de sodio y determinar su contenido porcentual óptimo, lo que indica la mejora de la estabilidad del suelo en la capa superficial y su uso en la trocha carrozable La menta Km 00+000 – Garabato Km 1+430, el autor concluyo que basado en datos porcentuales de CBR del laboratorio de



suelos , se puede ver que es posible estabilizar el suelo agregando silicato de sodio, porque según la tabla 4.10 de la guía de carreteras, el suelo se convierte en un excelente sustrato para la pista.

Como teoría tenemos los siguientes:

**Estabilización de suelos:** es un sistema constructivo en la cual consiste en mejorar las condiciones mecánicas del suelo de acuerdo a proceso físico o químico.

**Base:** es un estrato de material seleccionado y procesado que se ubica en la parte de arriba de la sub base puede contener mezcla asfáltica o según tratamiento de acuerdo al diseño.

**Banqueta:** Es la construcción de una o más terrazas consecuentes de taludes.

**Muestra inalterada:** Parte del suelo que se excava para la investigación de laboratorio, donde se requiere preservarlo en su estado natural o actual.

**Propiedades índices:** Son las propiedades por las que se utiliza para clasificar los suelos cohesivos y proporcionar una correlación con las propiedades mecánicas del suelo.

**Muestra:** Material del suelo con propósito de un estudio para laboratorio de EMS (estudio mecánico de suelo).

## **ESTABILIZACION DE SUELOS:**

Son las propiedades físicas y mecánicas logradas por procesos específicos y también mediante la incorporación de productos químicos, etc.

Los objetivos son:

- Reforzar la solidez del suelo tanto como sus propiedades físicas y mecánicas.
- Minimizar la cohesión que este posee en los suelos altamente adhesivos.
- Desarrollar en los suelos sobre todo arenosos una baja adherencia.
- Desprezar el índice de plasticidad del suelo.

Opiniones que se pueden tener en cuenta para estabilizar la superficie de la pavimentación.

### **TIPOS DE ESTABILIZACIÓN**

- **Estabilización física**

Se les llama estabilización a las mezclas del suelo con geotextiles, vibro flotación y consolidación previa.

- **Estabilización mecánica**

Se le llama estabilización mecánica al método de la compactación lo cual esto aminora el volumen de poros en el suelo.

- **Estabilización por cambio de granulometría**

Es aquella que mejora el suelo a construir, mezclando materiales con propiedades complementarias para así obtener un nuevo material de mejor calidad en cuanto a plasticidad y granulometría.

- **Estabilización con geo sintéticos**

Intensifica la capacidad portante del material de la estructura del pavimento, quiere decir que habrá un mejoramiento de las características mecánicas de estos materiales y estas puedan generar una mayor vida útil en la calidad.

- **ESTABILIZACION CON CAL**

La estabilización con cal cambia la plasticidad del suelo lo cual aumenta su humedad optima de compactación.

- **ESTABILIZACIÓN CON ASFALTO**

Esto nos permite aumentar su estabilidad y obtener una mejor impermeabilidad de un suelo.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

- **Tipo de investigación:**

se basará en generar el conocimiento relacionado al realizar la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022.

- **Diseño de investigación:**

Este estudio es de diseño no experimental - Descriptivo

Hernández et al. (2014) son estudios que se hacen sin afectar las variables, cuando simplemente observamos los fenómenos en su medio natural para evaluarlos sin causar ninguna disposición, con lo cual alcanzamos observar las condiciones que se han realizado. (p.152)

Hernández et al. (2014) el volumen descriptivo que contiene las principales características y signos de cada fenómeno estudiado que determina la novedad de un grupo o población. Señalan que solo están tratando de recopilar o medir información individual o grupal sobre definiciones o variables de investigación.

(p. 92)

### 3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Tamayo (2004) se utiliza para referirse a cualquier rasgo de la realidad que apoye la toma de decisiones a través de la exploración y permite la transferencia de múltiples significados de una unidad observable a otra.

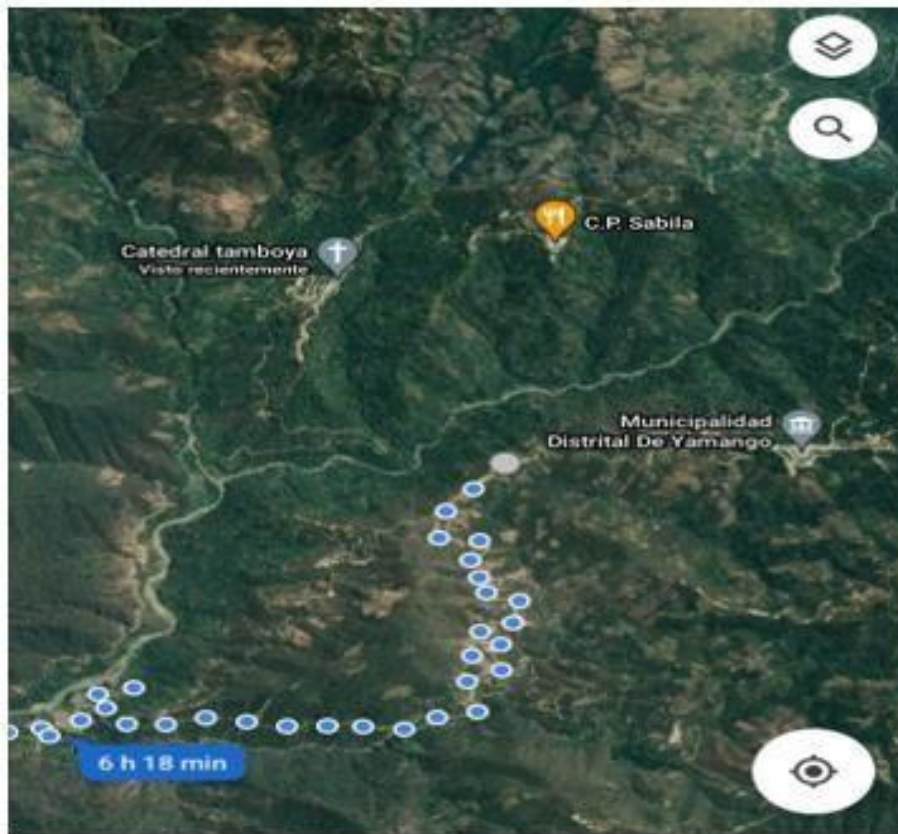
### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

- **Población:** la trocha carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000.

Arias (como se citó en Gallardo, 2017, p.63), menciona a un grupo finito o infinito de arte similar a las cuales se les dará continuidad a las conclusiones del trabajo de investigación.

- **Muestra:** En la investigación hemos creído conveniente tomar la Trocha Carrozable desde intersección con caserío Carrizal (punto de partida o km 3+000 – 6+000), hasta la comunidad campesina de Tamboya.

Según Muñoz (2015) indica que el espécimen es la población que se puntúa y clasifica para obtener datos sobre las variables de la investigación.



**Figura 1:** Ubicación del Proyecto

Fuente: Google Map

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Técnica

El proyecto utilizó la observación directa, porque además del análisis de documentos, se recopiló información de campo que permitiría conocer el costo de la estabilización del pavimento.

Cabeza, Naranjo y Torres (2018, p.111) citan a Rocha (2015) método basado en la observación cuidadosa de un fenómeno o evento recopilando y registrando información o datos para un análisis apropiado.

- **Instrumento de recolección de datos**

Para Hernández et al. (como se citó en Gallardo, 2017, p.22) se utiliza para probar hipótesis con justificaciones numérica, así como con estadísticas para determinar rangos de respuesta y probar teorías.

Se determinaron las propiedades físico-mecánicas del Suelo del Pavimento de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, se utilizará las técnicas de Observación, usando como instrumento el Ensayo de laboratorio.

De la misma manera para lograr el segundo punto a realizar, se determino los porcentajes del aditivo químico para la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022. La observación se utiliza como método para comprobar el número de vehículos que pasan a través de toda la trocha carrozable, para ejes equivalentes, se utiliza el formato de conteo de vehículos , ya que esta herramienta será aprobada por el Ministerio de Transporte.

Finalmente, para llegar al punto final del plan de tesis donde se determinará el importe de la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, se utilizó como guía la fijación de precios actual usando análisis de recio unitario, donde se especifican en el formato de costos y presupuesto de S10.

### **3.5. PROCEDIMIENTO**

Iniciando la investigación de mecánica de suelos para la estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, se utilizó como mecanismo las fichas técnicas del laboratorio.

Para determinar el porcentaje de aditivos químicos utilizados para estabilizar el suelo de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022.Las hojas de datos que se utilizan para el conteo diario de vehículos y para realizar estudios de tráfico son otorgados

por el ministerio de transporte y comunicaciones, usando formularios en Microsoft Excel para pasar datos de los ensayos del PROCTOR de las muestras seguido con los resultados del ensayo de CBR.

Y por último para analizar y determinar el costo de la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, se aplica el Análisis de Precios Unitarios actuales de distintas tiendas de materiales de construcción. Se utilizó el programa S10.

### **3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

Inicialmente, se buscó obtener resultados óptimos para la interpretación de las condiciones mecánicas del suelo de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, lugar donde se efectuaron las calicatas con una profundidad de 1.50 mts, para ello se utilizó herramientas manuales y los respectivos EPP. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio para realizar los ensayos de granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, proctor y CBR.

Como segundo paso se determinó los porcentajes del aditivo químico para la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, en primer lugar, se llenaron formularios de vehículos, donde se indicaba la cantidad de automóviles en los respectivos ejes como livianos y pesados; el transcurso duro varios días de la semana, para después determinar el cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA) y determinar la cantidad de Ejes Equivalentes que tiene dicha trocha.

Y por último para analizar y determinar el costo de Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, se aplica el Análisis de Precios Unitarios actuales de distintas tiendas de materiales de construcción teniendo como ejemplos archivos técnicos similares a nuestro proyecto para el desarrollo y como herramienta el programa S10 costos y presupuesto.

### 3.7. ASPECTOS ÉTICOS

La ética es importante para todo profesional ya que la seguridad y la calidad deben ser consideradas en el campo del trabajo realizado, por lo tanto, nuestro trabajo de investigación se realiza en base a la información de otros profesionales. Por lo tanto, de acuerdo con las pautas, también deben ser redactados y revisados por un jurado calificado.

## IV. RESULTADOS

- Objetivo general:

**“Realizar la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022”.**

- Objetivos específicos:

**1) Especificar las propiedades físicas y mecánicas del Suelo para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022.**

Como todo ensayo de estudio de mecánica de suelo se comenzó haciendo 3 calicatas cada 1000mts para extraer la muestra un aprox. de 15 kg y realizar dichos estudios comenzando con la granulometría y límites para así clasificar el tipo de suelo y después determinar las condiciones del terreno con el que se está trabajando con respecto a nuestra investigación, que es la consolidación de suelos en la trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 - Distrito Yamango - Provincia de Morropón.

- Se hizo una visita al lugar empezando desde Carrizal km 3+000 hasta Tamboya km 6+000, en la cual se hizo una parada en “Carrizal” km 4+000 tomando como primer punto a realizar nuestra primera calicata trazando un cuadrado de 1m x 1m y 0.80m de profundidad extrayendo la muestra en la cual las llamaremos M-1.



- Luego como segunda parada en “El Caserío De Sábila” en el km 5+000, para realizar la segunda calicata extrayendo la muestra en la cual las llamaremos M-2.
- Después como tercera parada en el “Caserío de Tamboya” en el km 6+000, extrayendo la muestra M-3.

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Durante tres excavaciones se realizó una prueba de medición de las muestras extraídas de cada calicata para determinar el porcentaje de grava, arena, grano fino y tanto por ciento de humedad de cada muestra excavada y el tipo de suelo a determinar.

Habiendo realizado la granulometría de las tres muestras extraídas determinamos que:

**TABLA 1: MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

<b>CALICATA: 1</b>					
<b>MUESTRA: 1</b>					
<b>UBICACIÓN: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715</b>					
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>ABERTURA (MM)</b>	<b>PESO RETENIDO (GR)</b>	<b>% PARCIAL RETENIDO</b>	<b>% ACUMULADO</b>	
				<b>% RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>
<b>3"</b>	75	-	0.0	0.0	100.0
<b>2"</b>	50	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1 1/2"</b>	37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1"</b>	25.0	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>3/4"</b>	19.0	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1/2"</b>	12.5	25.90	2.0	2.0	98.0
<b>3/8"</b>	9.5	24.60	1.9	3.9	96.1
<b>1/4"</b>	6.3	38.80	3.0	6.9	93.1
<b>4"</b>	4.75	27.00	2.1	8.9	91.1
<b>10</b>	2.00	8.30	2.9	11.9	88.1
<b>20</b>	0.850	12.30	4.3	16.2	83.8
<b>40</b>	0.425	6.50	2.3	18.5	81.5
<b>60</b>	0.250	6.00	2.1	20.6	79.4
<b>140</b>	0.106	9.50	3.3	23.9	76.1
<b>200</b>	0.075	27.40	9.6	33.6	66.4
<b>BANDEJA</b>		188.8	66.4	100.0	

**TABLA 2: MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

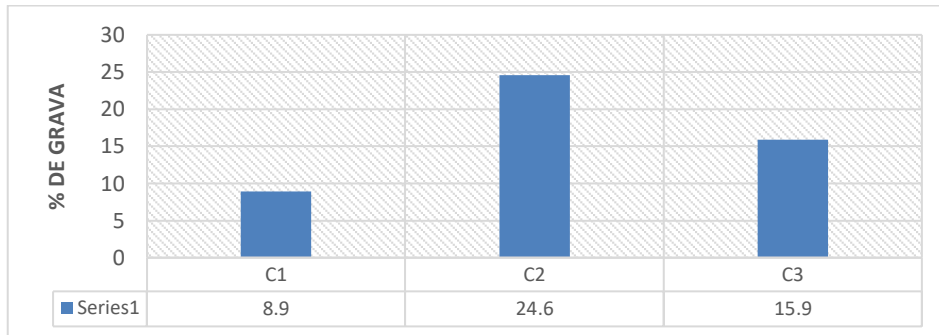
<b>CALICATA: 2</b>					
<b>MUESTRA: 2</b>					
<b>UBICACIÓN: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715</b>					
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>% PARCIAL RETENIDO</b>	<b>% ACUMULADO</b>	
				<b>% RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>
<b>3"</b>	75	-	0.0	0.0	100.0
<b>2"</b>	50	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1 1/2"</b>	37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1"</b>	25.0	38.50	0.9	0.9	99.1
<b>3/4"</b>	19.0	172.00	3.9	4.8	95.2
<b>1/2"</b>	12.5	272.00	6.2	11.1	88.9
<b>3/8"</b>	9.5	179.00	4.1	15.2	84.8
<b>4"</b>	6.3	260.00	6.0	21.1	78.9
	4.75	151.00	3.5	24.6	75.4
<b>10</b>	2.00	30.30	6.2	30.8	69.2
<b>20</b>	0.850	32.90	6.7	37.5	62.5
<b>40</b>	0.425	21.20	4.3	41.8	58.2
<b>60</b>	0.250	17.70	3.6	45.4	54.6
<b>140</b>	0.106	22.30	4.5	49.9	50.1
<b>200</b>	0.075	38.10	7.8	57.7	42.3
<b>BANDEJA</b>		207.6	42.3	100.0	

**TABLA 3: MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

<b>CALICATA: 3</b>					
<b>MUESTRA: 3</b>					
<b>UBICACIÓN: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715</b>					
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>% PARCIAL RETENIDO</b>	<b>% ACUMULADO</b>	
				<b>% RETENIDO</b>	<b>% QUE PASA</b>
<b>3"</b>	75	-	0.0	0.0	100.0
<b>2"</b>	50	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1 1/2"</b>	37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1"</b>	25	167.50	1.6	1.6	98.4
<b>3/4"</b>	19.0	161.00	1.5	3.0	97.0
<b>1/2"</b>	12.5	203.00	1.9	4.9	95.1
<b>3/4"</b>	9.5	179.50	1.7	6.6	93.4
<b>1/4"</b>	6.3	521.00	4.8	11.4	88.6
<b>4"</b>	4.75	488.00	4.5	15.9	84.1
<b>10</b>	2.00	12.50	3.5	19.5	80.5
<b>20</b>	0.850	22.90	6.5	25.9	74.1
<b>40</b>	0.425	13.00	3.7	29.9	70.4
<b>60</b>	0.250	14.90	4.2	33.8	66.2
<b>140</b>	0.106	21.70	6.1	10.0	60.0
<b>200</b>	0.075	36.30	10.3	50.2	49.8
<b>BANDEJA</b>		175.8	49.8	100.0	

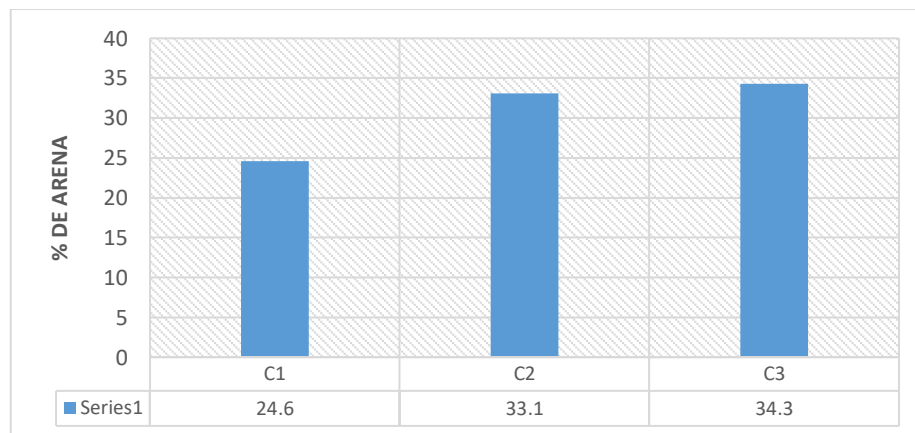
- En conclusión, determinamos que el material es arcilloso habiendo realizado el ensayo granulométrico de las tres muestras. Siendo un tipo de suelo malo para la construcción ya sea para edificaciones, carreteras, etc.

**FIGURA 02: CONTENIDO DE GRAVA**



**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico de barras observamos la muestra 2 con una gran cantidad de grava de 24.6%, la muestra con menor porcentaje de gravas es la calicata uno (C-1) con un 8.9%.

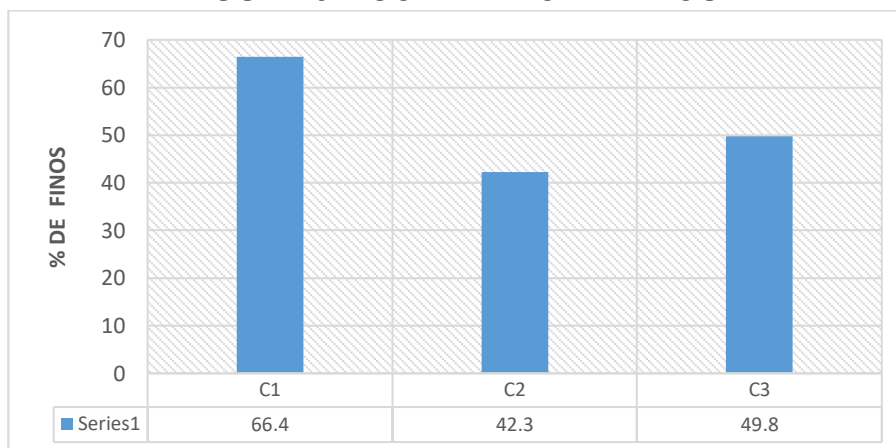
**FIGURA 03: CONTENIDO DE ARENA**



**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico de barras se logra apreciar que:

- la muestra con mayor contenido de arena es (M-3) con un 34.3%.
- Así mismo podemos visualizar en el gráfico de barras que la muestra con menor contenido de arena (M-1) con un 24.6%.

**FIGURA 04: CONTENIDO DE FINOS**



**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico de barras podemos apreciar que la muestra con mayor cantidad de finos es la muestra uno (M-1) con un 66.4%. También podemos apreciar que la muestra con menor porcentaje de finos es la muestra dos (M-2) con un 42.3%.

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**

**TABLA 4: MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

CALICATA: 1								
MUESTRA: 1								
UBICACIÓN: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715								
DEFINICION	MUESTRA	PROFUNDIDAD ( m )	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO TARA (gr)	PESO AGUA (gr)	PEO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD
CALICATA: 1	M - 1	0.10 – 0.80	1441.30	1299.60	0.00	141.70	1299.60	10.9

**FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**

**TABLA 5: METO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

<b>CALICATA: 2</b>								
<b>MUESTRA: 2</b>								
<b>UBICACIÓN:</b> coordenadas <b>UTM NORTE</b> 9438392.150 – <b>ESTE</b> 509315.715								
DEFINICION	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO TARA (gr)	PESO AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD
<b>CALICATA: 2</b>	<b>M - 2</b>	<b>0.10 – 0.80</b>	<b>4798.50</b>	<b>4362.27</b>	<b>0.00</b>	<b>436.23</b>	<b>4367.27</b>	<b>10.0</b>

**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

**TABLA 6: MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

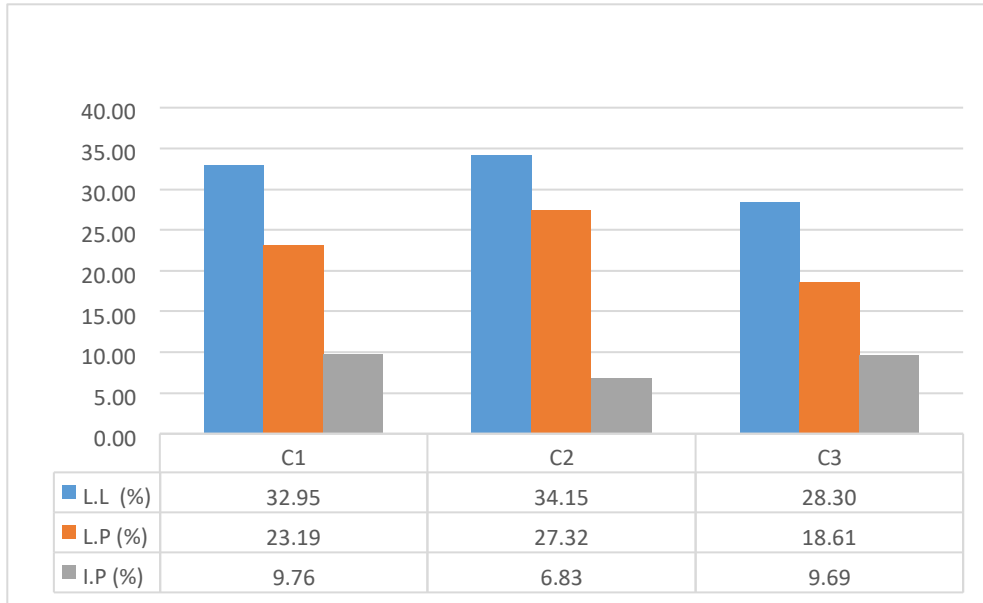
<b>CALICATA: 3</b>								
<b>MUESTRA: 3</b>								
<b>UBICACIÓN:</b> coordenadas <b>UTM NORTE</b> 9438392.150 – <b>ESTE</b> 509315.715								
DEFINICION	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PESO SUELO HUMEDO+ TARA (gr)	PESO SUELO SECO+ TARA (gr)	PESO TARA (gr)	PESO AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD
<b>CALICATA: 3</b>	<b>M - 3</b>	<b>0.10 – 0.80</b>	<b>11775.00</b>	<b>10804.73</b>	<b>0.00</b>	<b>970.27</b>	<b>10804.73</b>	<b>10.0</b>

**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

### **LÍMITES DE CONSISTENCIA**

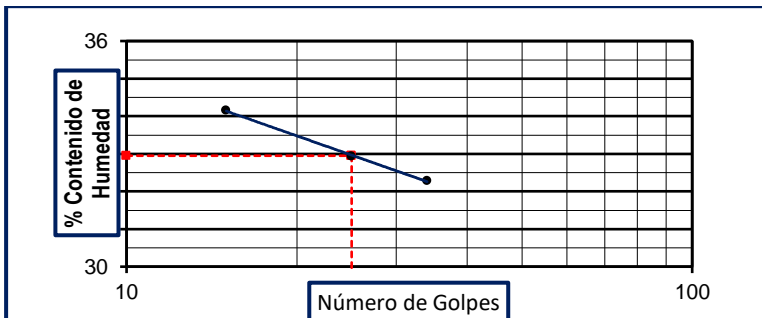
Se determinó el contenido porcentual (%) de cada muestra.

**FIGURA 05: LÍMITES DE CONSISTENCIA**



**INTERPRETACION:** en la figura podemos apreciar que la calicata 1 contiene de limite liquido 32.95%, limite plástico 23.19%, índice de plasticidad 9.76.

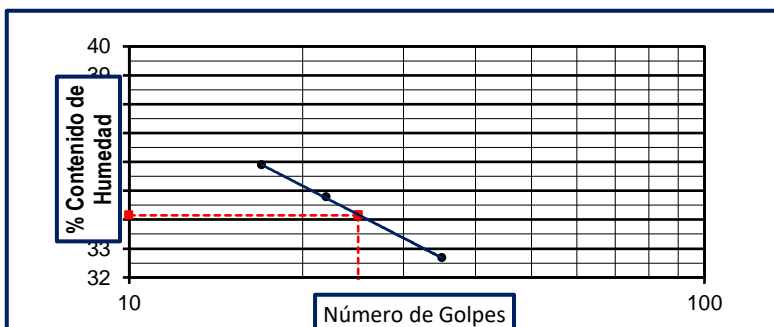
**TABLA 7: LÍMITES DE CONSISTENCIA M1**



**RESULTADOS**

LÍMITE LÍQUIDO **32.95**  
 LÍMITE PLÁSTICO 23.19  
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD 9.76

**TABLA 8: LÍMITES DE CONSISTENCIA M2**

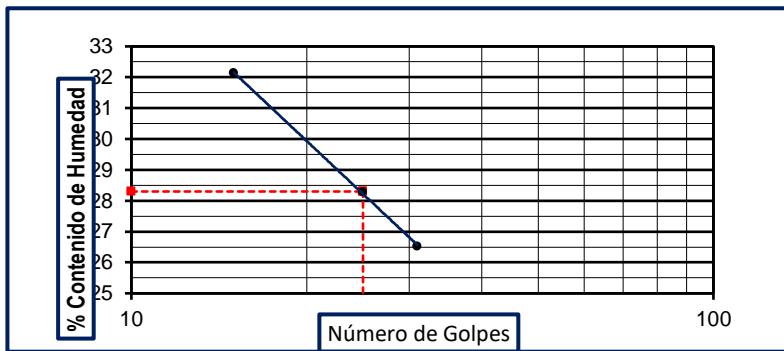


**RESULTADOS**

LÍMITE LÍQUIDO **34.15**  
 LÍMITE PLÁSTICO 27.32  
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD 6.83



**TABLA 9: LIMITES DE CONSISTENCIA M3**



**RESULTADOS**

LÍMITE LÍQUIDO	<b>28.30</b>
LÍMITE PLÁSTICO	18.61
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9.69

**PROCTOR**

- Proctor modificado

**TABLA 10: MÉTODOS PARA EL PROCTOR MODIFICADO**

MÉTODO "A"	MÉTODO "B"	MÉTODO "C"
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molde: 4 pulg. de diámetro (101.6mm)</li> <li>• Material: se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (475mm)</li> <li>• Capas: 5</li> <li>• Golpes por capa: 25</li> <li>• Uso: cuando el 20% o menos del peso del material es retenido En el tamiz N°4</li> <li>• Otros usos: si el método no es específico Los materiales que no cumplan este Requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando método B o C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molde: 4 pulg. (101.6mm) de diámetro.</li> <li>• Materiales: se emplea el que pasa por El tamiz de 3/8" (9.5mm).</li> <li>• Capas: 5</li> <li>• Golpes por capa: 25</li> <li>• Usos: cuando más del 20% del peso Del material es retenido en el tamiz N°4 Y 20% o menos de peso del material es Retenido en el tamiz 3/8" (9.5mm).</li> <li>• Otros usos: si el método no es especificado Y los materiales entran en el requerimiento De gradación pueden ser ensayados Usando método c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molde: 6 pulg. (152.4mm) de diámetro</li> <li>• Materiales: se emplea el que pasa por el tamiz 3/4" (19.0mm).</li> <li>• Capas: 5</li> <li>• Golpes por capa: 56</li> <li>• Usos: cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 3/8" y menos del 30% en peso es retenido en el tamiz 3/4". (19.0mm)</li> <li>• El molde de 6 pulg. No será usado con los métodos A Y B.</li> </ul>

**MUESTRA 1:** el % retenido en el tamiz N°4 es de 8.9%, y se usa el método "A" y es cuando en el tamiz N°4 es retenido un 20% o menos del material y el material a trabajar se pasa por el tamiz N°4

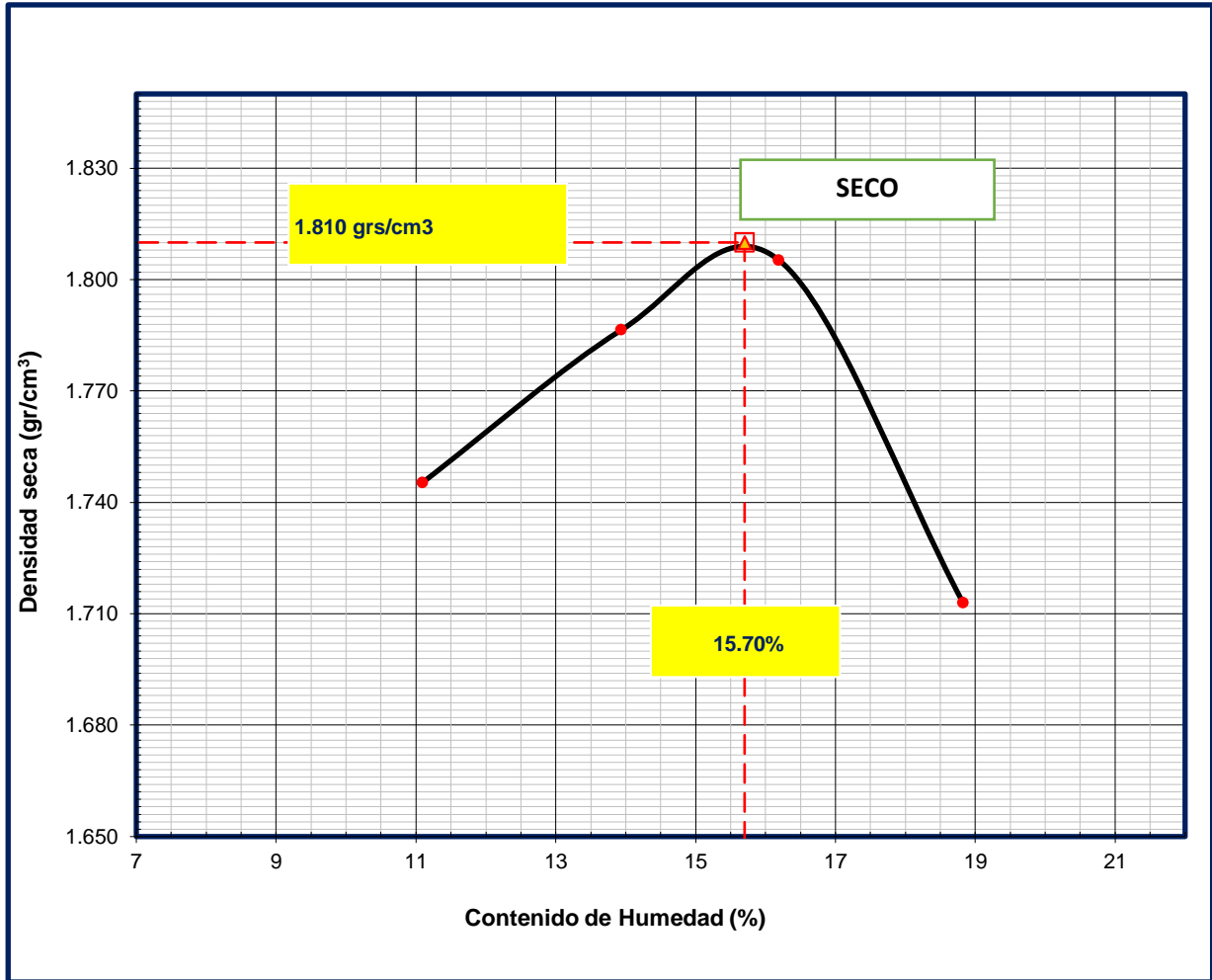
**TABLA 11: MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

CALICATA: 1					
MUESTRA: 1					
UBICACION: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715					
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO%	QUE PASA%
3"	75	-	0.0	0.0	100.0
2"	50	0.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.0	0.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.0	0.00	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	25.90	2.0	2.0	98.0
3/8"	9.5	24.60	1.9	3.9	96.1
1/4"	6.3	38.80	3.0	6.9	93.1
4"	4.75	27.00	2.1	8.9	91.1
10	2.00	8.30	2.9	11.9	88.1
20	0.850	12.30	4.3	16.2	83.8
40	0.425	6.50	2.3	18.5	81.5
60	0.250	6.00	2.1	20.6	79.4
140	0.106	9.50	3.3	23.9	76.1
200	0.075	27.40	9.6	33.6	66.4
<b>BANDEJA</b>		188.8	66.4	100.0	

**TABLA 12: COMPACTACION DE SUELOS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO ENERGIA MODIFICADA (2700KN – m/m3)**

CALICATA: 1							
MUESTRA: 1							
UBICACIÓN: INGRESO							
N° DE CAPAS	5	Altura de caída pisón	45.8cm	Peso de pisón (kg)	4.529	molde	4"
ENERGIA DE COMPACTACION	27.7 kg/cm3			Numero de golpes/capa	25	método	"A"
% DE AGUA							
PESO DE LA MUESTRA (gr)		2500	2%	4%	6%	8%	
1	PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	gr	5480	5570	5628	5570	
2	PESO DE MOLDE	gr	3671	3671	3671	3671	
3	PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	gr	1809	1899	1957	1899	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	933	933	933	933	
5	DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	1.939	2.035	2.098	2.035	
6	RESIPIENTE N°		-	-	-	-	
7	PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	gr	325.5	358.9	233.2	232.9	
8	PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr	293.0	315.0	200.7	196.0	
9	PESO DEL AGUA	gr	32.5	43.9	32.5	36.9	
10	PESO DE TARA	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	PESO DE SUELO SECO	gr	293.0	315.0	200.7	196.0	
13	PROMEDIO DE HUMEDAD	%	11.1	13.9	16.2	18.8	
14	DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	1.745	1.786	1.805	1.713	
15	CANTIDAD DE AGUA	cm <sup>3</sup>	50	100	150	200	

**TABLA 13: GRÁFICO DE DENSIDAD SECA EN RELACIÓN CON EL CONTENIDO**



DE HUMEDAD DE M-1

**FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**

**TABLA 14: MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

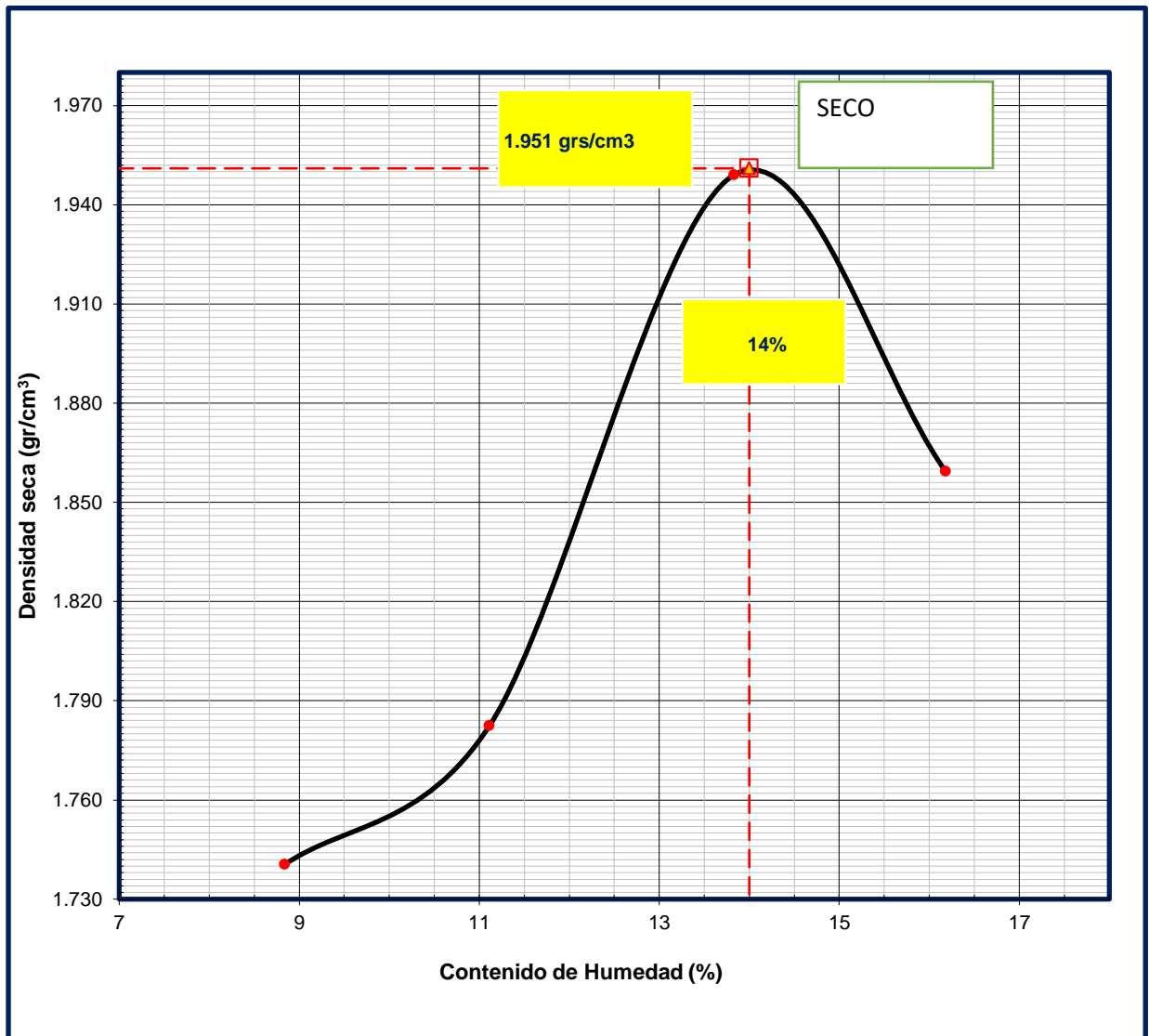
<b>CALICATA: 2</b>					
<b>MUESTRA: 2</b>					
<b>UBICACIÓN: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715</b>					
<b>TAMICES ASTM</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)</b>	<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>	
				<b>RETENIDO%</b>	<b>QUE PASA%</b>
<b>3"</b>	75	-	0.0	0.0	100.0
<b>2"</b>	50	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1 1/2"</b>	37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
<b>1"</b>	25.0	38.50	0.9	0.9	99.1
<b>3/4"</b>	19.0	172.00	3.9	4.8	95.2
<b>1/2"</b>	12.5	272.00	6.2	11.1	88.9
<b>3/4"</b>	9.5	179.00	4.1	<b>15.2</b>	84.8
<b>1/4"</b>	6.3	260.00	6.0	21.1	78.9
<b>4"</b>	4.75	151.00	3.5	<b>24.6</b>	75.4
<b>10</b>	2.00	30.30	6.2	30.8	69.2
<b>20</b>	0.850	32.90	6.7	37.5	62.5
<b>40</b>	0.425	21.20	4.3	41.8	58.2
<b>60</b>	0.250	17.70	3.6	45.4	54.6
<b>140</b>	0.106	22.30	4.5	49.9	50.1
<b>200</b>	0.075	38.10	7.8	57.7	42.3
<b>BANDEJA</b>		207.6	42.3	100.0	

**FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**

**TABLA 15: COMPACTACION DE SUELOS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO ENERGIA MODIFICADA (2,700KN – m/m3)**

CALICATA: 2 MUESTRA: 2 UBICACIÓN: SABILA							
N° DE CAPAS	5	Altura de caída de piston	45.8 cm	Peso de pison (gr)	4.529	Molde	4"
Energia de Compact. Modificada :	27.7 kg.cm / cm3		Número de golpes/capa:	25	Metodo	"B"	
% DE AGUA							
PESO DE LA MUESTRA (gr)		2500	2%	4%	6%	8%	
1	PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	gr	5438.5	5518.84	5741	5686.5	
2	PESO DE MOLDE	gr	3671	3671	3671	3671	
3	PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	gr	1767.5	1847.84	2070	2015.5	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	933	933	933	933	
5	DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	1.894	1.981	2.219	2.160	
6	RESIPIENTE N°	-	-	-	-	-	
7	PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	gr	230.2	250.5	280.6	228.4	
8	PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr	211.5	225.4	246.5	196.6	
9	PESO DEL AGUA	gr	18.7	25.1	34.1	31.8	
10	PESO DE TARA	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	PESO DE SUELO SECO	gr	211.5	225.4	246.5	196.6	
13	PROMEDIO DE HUMEDAD	%	8.8	11.1	13.8	16.2	
14	DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	1.741	1.782	1.949	1.859	
15	CANTIDAD DE AGUA	cm <sup>3</sup>	50	100	150	200	

**TABLA 16:** GRÁFICO DE DENSIDAD SECA EN RELACIÓN CON EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE M-2



**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

**TABLA 17: MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

<b>CALICATA: 3</b>					
<b>MUESTRA: 3</b>					
<b>UBICACION: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715</b>					
Tamices	Abertura (mm)	Peso retenido	% parcial retenido	% ACUMULADO	
ASTM		(gr)		% retenido	% que pasa
3"	75	-	0.00	0.00	100.0
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.0
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25	167.50	1.6	1.6	98.4
3/4"	19.0	161.00	1.5	3.0	97.0
1/2"	12.5	203.00	1.9	4.9	95.1
3/4"	9.5	179.50	1.7	6.6	93.4
1/4"	6.3	521.00	4.8	11.4	88.6
4"	4.75	488.00	4.5	15.9	84.1
10	2.00	12.50	3.5	19.5	80.5
20	0.850	22.90	6.5	25.9	74.1
40	0.425	13.00	3.7	29.9	70.4
60	0.250	14.90	4.2	33.8	66.2
140	0.106	21.70	6.1	10.0	60.0
200	0.075	36.30	10.3	50.2	49.8
BANDEJA		175.8	49.8	100.0	

**FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**

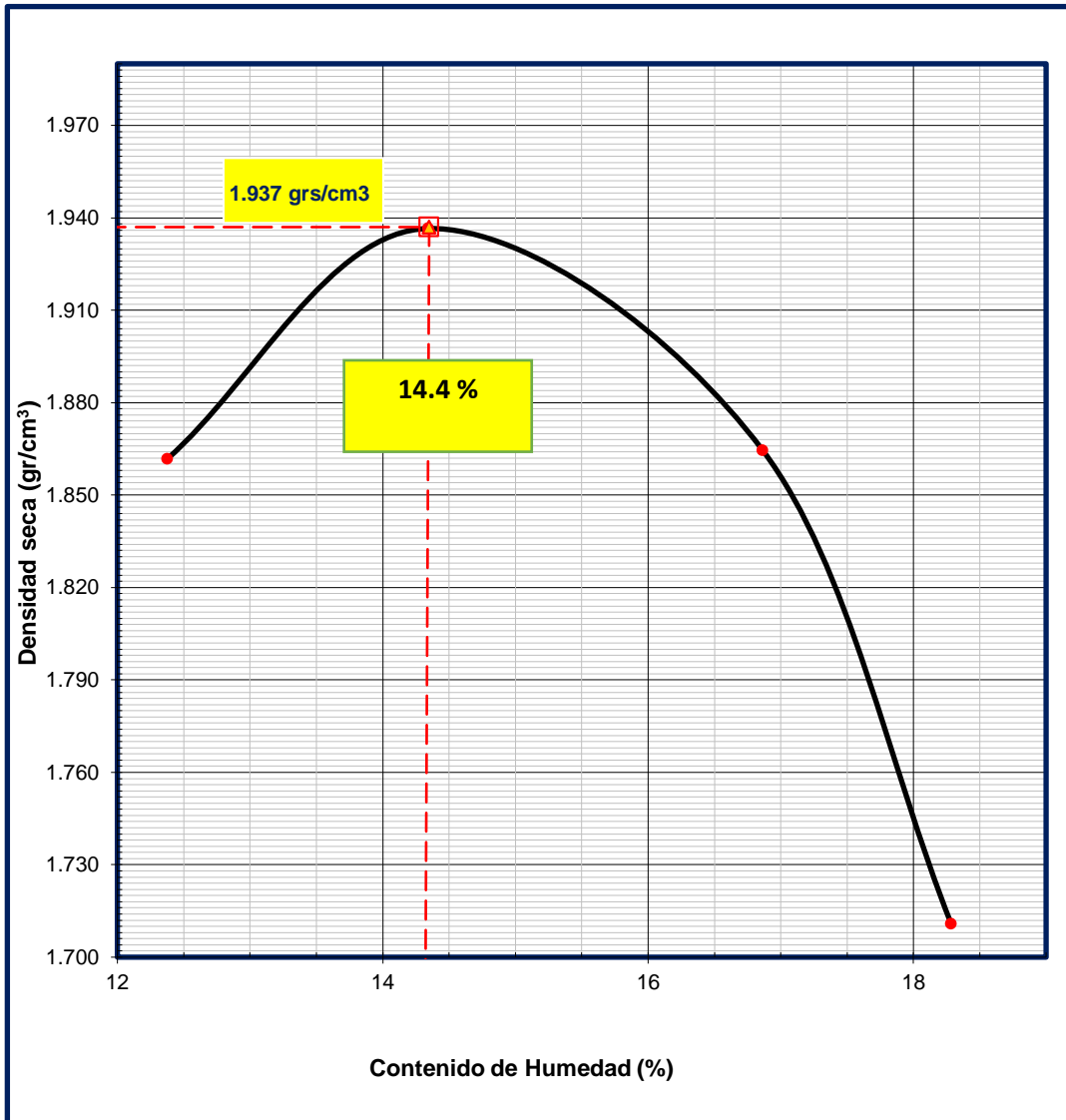


**TABLA 18: COMPACTACIÓN DE SUELOS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (2,700KN – m/m3)**

<b>CALICTA: 3</b>							
<b>MUESTRA:3</b>							
<b>UBICACIÓN: carrizal</b>							
N° DE CAPAS	5	ALTURA DE CAIDA PISÓN:	45.8CM	PESO DE PISÓN (KG) :	4.529	MOLDE :	4"
ENERGIA DE COMPACT. MODIFICADA :	27.7 KG.CM / CM3		NÚMERO GOLPES/CAPA:	DE 25	METODO	"B"	
% DE AGUA							
<b>PESO DE LA MUESTRA (GR)</b>		<b>2500</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>	
1	PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	gr	5623	5737	5704	5559	
2	PESO DE MOLDE	gr	3671	3671	3671	3671	
3	PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	gr	1952	2066	2033	1888	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	933	933	933	933	
5	DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2.092	2.214	2.179	2.024	
6	RESIPIENTE N°	-	-	-	-	-	
7	PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	gr	284.2	296.3	217.6	270.4	
8	PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr	252.9	259.3	186.2	228.6	
9	PESO DEL AGUA	gr	31.3	37.2	31.4	41.8	
10	PESO DE TARA	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	PESO DE SUELO SECO	gr	252.9	259	186.2	228.6	
13	PROMEDIO DE HUMEDAD	%	12.4	14.3	16.9	18.3	
14	DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	1.862	1.937	1.865	1.711	
15	CANTIDAD DE AGUA	cm <sup>3</sup>	50	100	150	200	

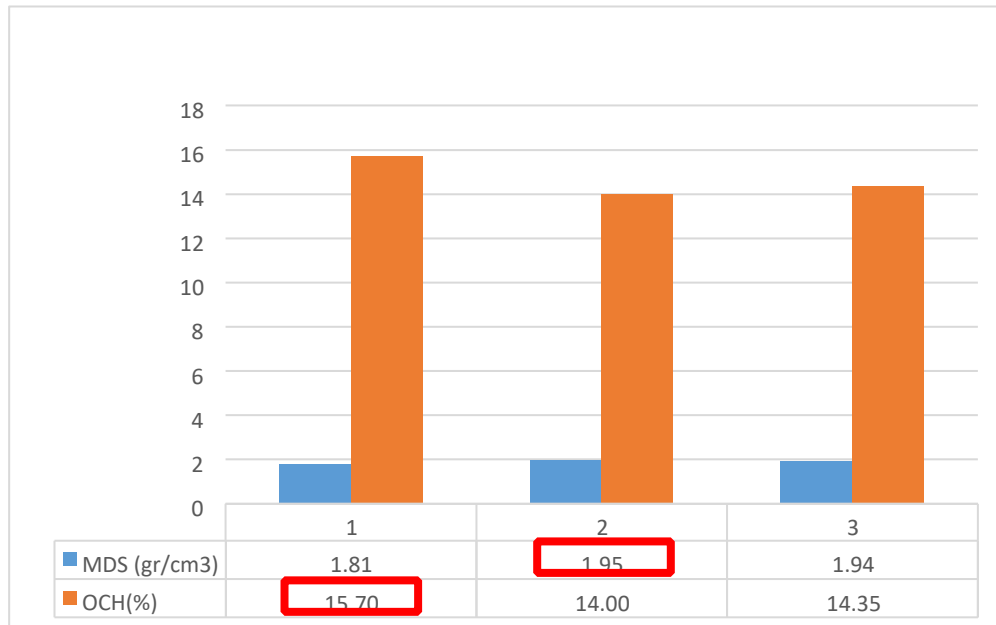
**FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**

**TABLA 19:** GRAFICO DE DENSIDAD SECA EN RELACION CON EL CONTENIDO DE HUMEDAD



FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

**FIGURA 06: RELACIÓN DENSIDAD/ HUMEDAD**



**INTERPRETACIÓN:** en el gráfico de barras se logra apreciar que la muestra dos contiene mayor densidad seca de 1.95gr/cm<sup>3</sup>. La muestra uno presenta un mayor óptimo moderado de humedad de 15.70%.

### CBR

#### **MUESTRA 3**

- Se trabaja 6000 gr de la muestra 3 con un agregado grueso de 15.9%(954 gr) y agregado fino de 84.1% (5046 gr) del material.
- El agregado grueso se hace con la pasante del tamiz de 3/8" y del agregado fino con la pasante del tamiz N<sup>o</sup>4.
- Se trabaja con el máximo óptimo contenido de humedad según el proctor de la muestra 3 que es 4% (pto máximo de 1.937 gr/cm<sup>3</sup>)

**TABLA 20: MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

CALICATA: 3					
MUESTRA:3					
UBICACION: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715					
Tamices	Abertura	Peso retenido	% parcial retenido	% ACUMULADO	
ASTM	(mm)	(gr)		% retenido	% que pasa
3"	75	-	0.0	0.0	100.0
2"	50	0.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25	167.50	1.6	1.6	98.4
3/4"	19.0	161.00	1.5	3.0	97.0
1/2"	12.5	203.00	1.9	4.9	95.1
3/4"	9.5	179.50	1.7	6.6	93.4
1/4"	6.3	521.00	4.8	11.4	88.6
4"	4.75	488.00	4.5	15.9	84.1
10	2.00	12.50	3.5	19.5	80.5
20	0.850	22.90	6.5	25.9	74.1
40	0.425	13.00	3.7	29.9	70.4
60	0.250	14.90	4.2	33.8	66.2
140	0.106	21.70	6.1	10.0	60.0
200	0.075	36.30	10.3	50.2	49.8
<b>BANDEJA</b>		175.8	49.8	100.0	

**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

- Se vierte la muestra al interior del molde de 6" normalizado y se realiza 25 golpes cada capa. luego se pone en agua por 4 días para que se sature, se tiene en cuenta los parámetros del peso del molde más la muestra antes y luego de ser sumergida en agua.

**TABLA 21: MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

<b>CALCATA: M - 3</b>			
<b>MUESTRA: SIN CAL</b>			
<b>UBICACION: Coordenadas UTM NORTE 9438392.150 - ESTE 509315.715</b>			
<b>N° De Capas</b>			
<b>N° De Molde</b>		3	
<b>N° De Golpes</b>		25	
<b>CONDICION DE LA MUESTRA</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
<b>PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO</b>	( gr )	12400	12500
<b>PESO DEL MOLDE</b>	( gr )	8140	8140
<b>PESO DEL SUELO HÚMEDO</b>	( gr )	4260	4360
<b>VOLÚMEN DEL MOLDE</b>	( cm <sup>3</sup> )	2077	2077
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b>	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.051	2.099
<b>PESO SUELO HÚMEDO + TARA</b>	(gr)	208.60	352.50
<b>PESO SUELO SECO + TARA</b>	(gr)	175.00	290.00
<b>PESO DE TARA</b>	(gr)	0.00	0.00
<b>PESO DE AGUA</b>	(gr)	33.60	62.50
<b>PESO DE SUELO SECO</b>	(gr)	175.00	290.00
<b>HUMEDAD</b>	%	19.20	21.55
<b>DENSIDAD SECA</b>	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.721	1.727

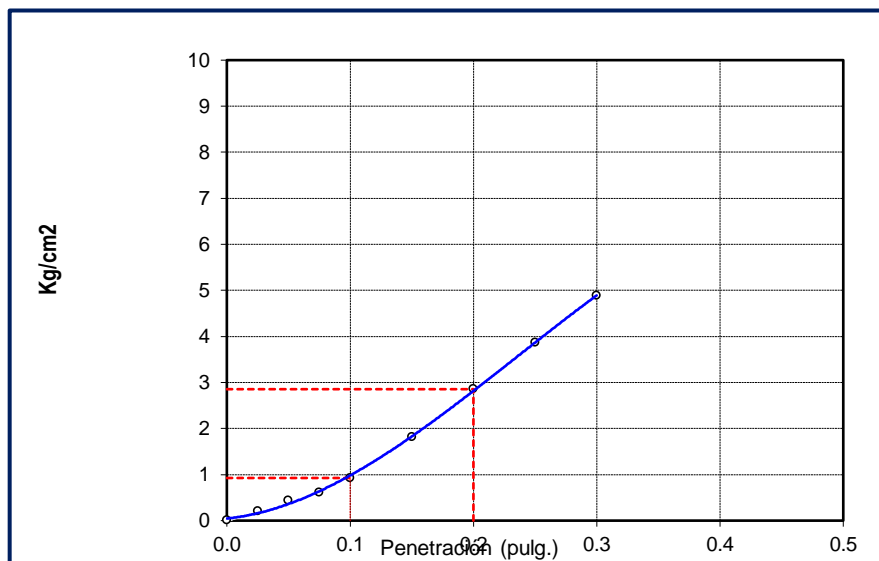
**FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**

- Luego pasado los días de inmersión se saca el molde se deja secar para luego ser pesado en la balanza por la saturación que tiene la muestra, se prepara luego para ser ensayado en la prensa de CBR aplicando un perfora miento sobre el espacio del terreno centrado a través un pistón normalizado.

**TABLA 22: PENETRACIÓN CON LA PRENSA ANALÓGICA DE LA M-3**

PENETRACION (MM)	TIEMPO (MIN)	CARGA ESTA. (KG/CM2)	CARGA LECTURA (KG)	CORREGIDA (KG/CM3)
0.000			0.00	0.000
0.025	30"		4.00	0.2
0.050	1'		8.50	0.4
0.075	1'30"		11.80	0.6
<b>0.100</b>	<b>2'</b>	<b>70.3</b>	<b>18.10</b>	<b>0.9</b>
0.150	3'		35.50	1.8
0.200	4'	104.9	55.80	2.9
0.250	5'		75.50	3.9
0.300	6'		95.50	4.9

**FIGURA 07: GRÁFICO DE CBR DE 1.3% DE LA M-3**



## ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

El conteo de vehículos se llevó a cabo las 24 horas del día, los 7 días de la semana, el conteo se realizó en la escena en las horas pico y los datos se recopilan en un cuadro de resumen de los vehículos que se mueven en la trocha carrozable se la semana del lunes 30 de mayo hasta el domingo 5 de junio del 2022.

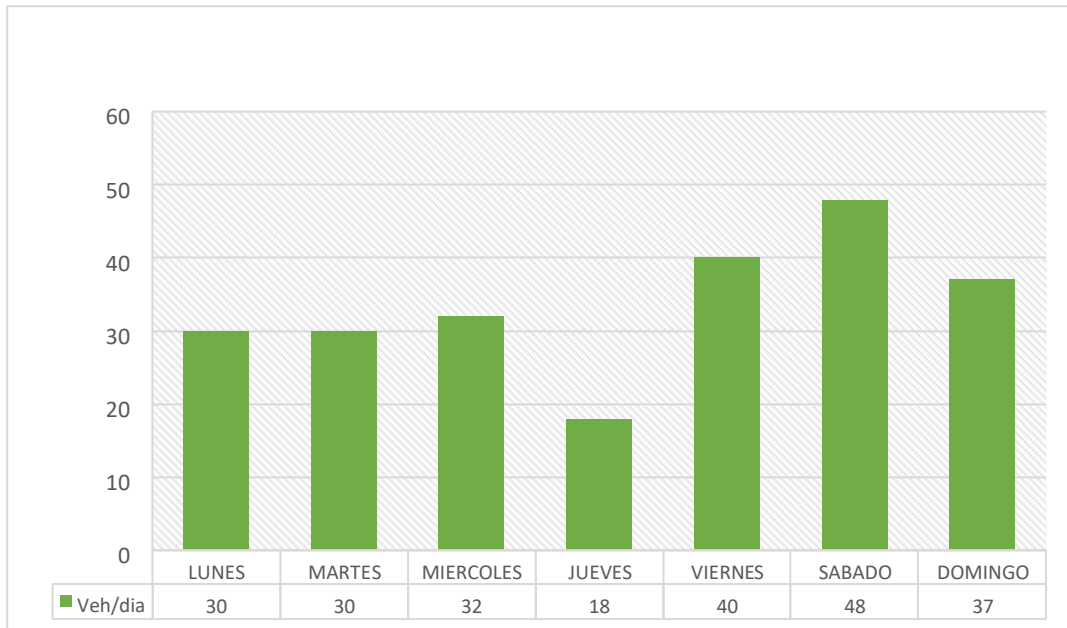
### ESTUDIO DE TRÁFICO

**TABLA 23: RESUMEN DEL CONTEO VEHICULAR DE LA SEMANA DE VEHÍCULOS**

VEHICULO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
MOTOS LINEAL, TAXI, FURGONETA	10	15	20	12	25	30	30
AUTOMOVIL		0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS	20	15	10	6	12	15	7
RURAL COMBI	0	3	2	0	3	3	0
MICRO	0	0	0	0	0	0	0
BUS 2 E (B2)	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2 E (C2)	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 3 E (C3)	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 4 E (C4)	0	0	0	0	0	0	0
T3S3	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>40</b>	<b>48</b>	<b>37</b>

FUENTE: MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (MTC)

**FIGURA 8: GRÁFICO DE NÚMERO DE VEHÍCULOS**



**FUENTE: MTC**

**INTERPRETACIÓN:** en la figura se logra apreciar que el día sábado 4 de junio del 2022, hubo una demanda de mayor cantidad de vehículos transitando por la Trocha Carrozable Carrizal KM 3+000 – Tamboya KM 6+000 llegando alcanzar 48 veh/dia.

Para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA), se tiene que hallar el Índice Medio Semanal (IMDs), las siguientes ecuaciones se utilizara para dicho propósito.

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

$$IMDa = IMDs * FC$$



• **TABLA 24: INDICE MEDIO SEMANAL Y ANUAL DE VEHICULOS**

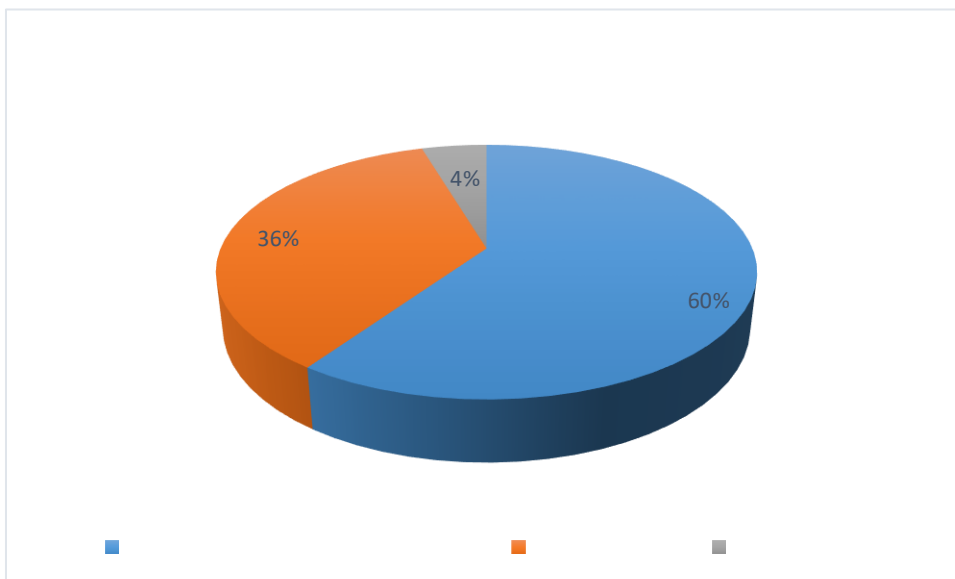
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>TOTAL SEMANA</b>	<b>IMDs</b>	<b>FC</b>	<b>IMDA</b>
<b>MOTOS LINEAL, TAXI,FURGONETA</b>	142	20	1.03405308	21
<b>AUTOMOVIL</b>	0	0	1.03405308	0
<b>CAMIONETAS</b>	85	12	1.03405308	12
<b>RURAL COMBI</b>	11	2	1.03405308	2
<b>MICRO</b>	0	0	1.03405308	0
<b>BUS 2 E (B2)</b>	0	0	1.03405308	0
<b>CAMION 2 E (C2)</b>	0	0	1.02972527	0
<b>CAMION 3 E (C3)</b>	0	0	1.02972527	0
<b>CAMION 4 E (C4)</b>	0	0	1.02972527	0
<b>T3S3</b>	0	0	1.02972527	0
<b>TOTAL</b>	<b>238</b>	<b>32</b>		<b>35</b>

FUENTE: MTC

**INTERPRETACIÓN:** en la tabla, se dan los promedios semanales (IMD) para los 32 ejes de equivalencia (EE) y los promedios diarios (IMDas) para los 35 ejes de equivalencia (EE).

## ANÁLISIS DE DEMANDA

**FIGURA 9:** GRÁFICO DE ANÁLISIS DE LA DEMANDA



**FUENTE:** MTC

**INTERPRETACIÓN:** en la figura observamos que 60% de motos lineal, taxi y furgoneta, 36% de camioneta y 4% de combis, se determinó un IMD = 238 de tráfico veh/semana.

**2) Determinar los porcentajes del aditivo químico para la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022.**

### **PORCENTAJES DEL ADITIVO QUIMICO CON CAL**

- **PROCTOR CON CAL**

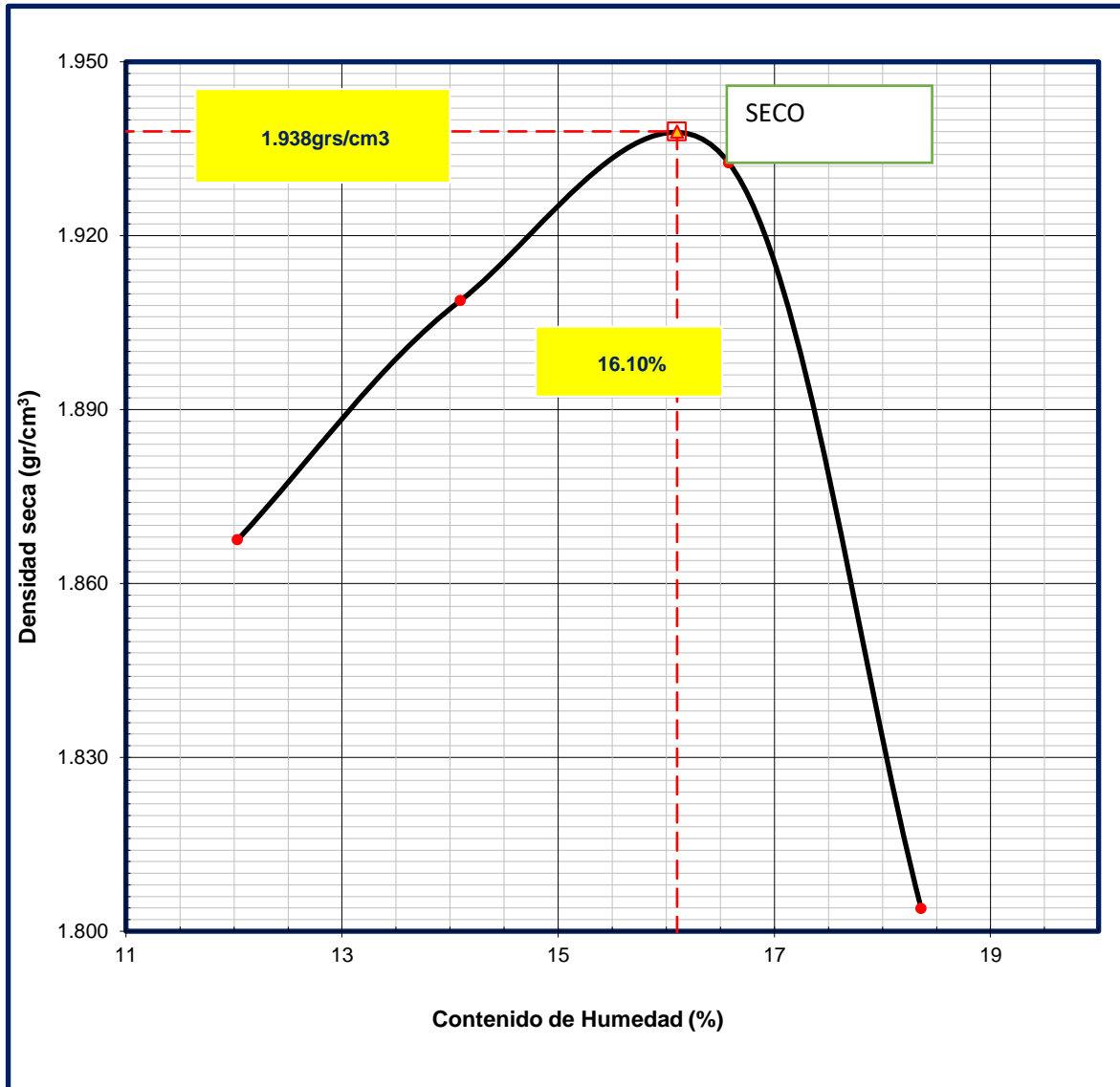
Para las muestras se va a trabajar con cal de 6% y de agua al 6%, 8%, 10% y 12%.

**TABLA 25: COMPACTACIÓN DE SUELOS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA**

CALICATA MUESTRA UBICACION	1 1 CARRIZAL						
N° de capas	5	Altura de caída pisón	45.8 cm	Peso de pisón (kg)	4.529	Molde	4 "
Energía de Compact. Modificada	27.7 kg.cm / cm <sup>3</sup>			Número de golpes/capa	25	Metodo	"A"
<b>PESO DE LA MUESTRA (gr)</b>	3000		<b>PROCTOR CON CAL 6%</b>				
<b>% DE AGUA</b>			<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>12%</b>	
1	PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	gr	5610	5690	5760	5650	
2	PESO DE MOLDE	gr	3658	3658	3658	3658	
3	PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	gr	1952	2032	2102	1992	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	933	933	933	933	
5	DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2.092	2.178	2.253	2.135	
6	RESIPIENTE N°		-	-	-	-	
7	PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	gr	230.0	233.1	203.2	212.1	
8	PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr	205.3	204.3	174.3	179.2	
9	PESO DEL AGUA	gr	24.7	28.8	28.9	32.9	
10	PESO DE TARA	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	PESO DE SUELO SECO	gr	205.3	204.3	174.3	179.2	
13	PROMEDIO DE HUMEDAD	%	12.0	14.1	16.6	18.4	
14	DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	1.867	1.909	1.933	1.804	
15	CANTIDAD DE AGUA	cm <sup>3</sup>	180	240	300	360	

**FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**

**TABLA 26:** GRÁFICO DE DENSIDAD SECA EN RELACIÓN CON EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE M-1 CON CAL



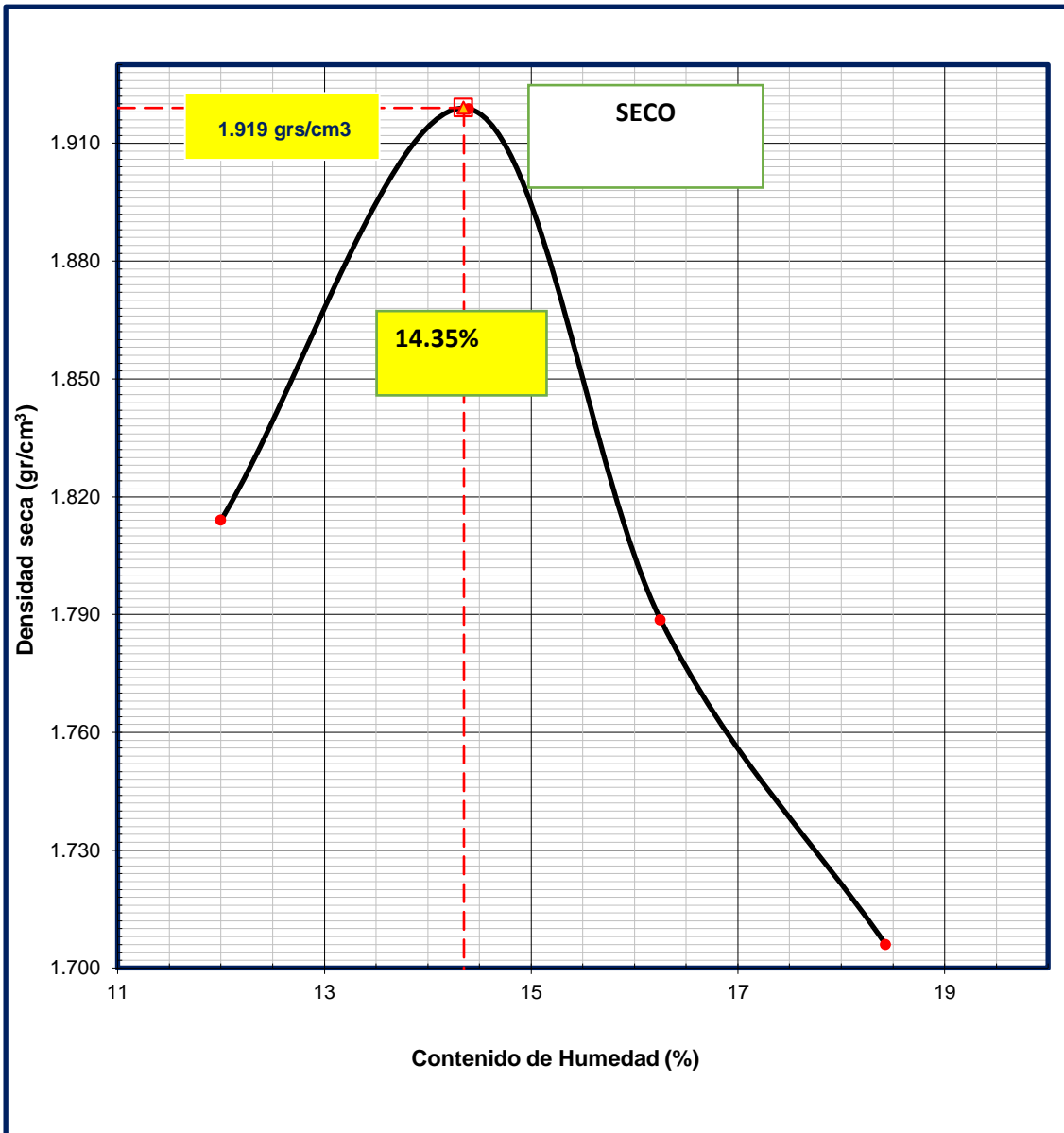
**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

**TABLA 27: COMPACTACION DE SUELOS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO ENERGIA MODIFICADA**

<b>CALICATA</b>	2						
<b>MUESTRA</b>	2						
<b>UBICACION</b>	SABILA						
<b>N° DE CAPAS</b>	5	<b>Altura de caída pisón</b>	45.8cm	<b>Peso de pisón(kr)</b>	4.529	<b>Molde</b>	4 "
<b>ENERGIA DE COMP. MODIFICADA</b>	27.7gr.cm/cm3			<b>Numero de golpes/capa</b>	25	<b>Método</b>	"A"
<b>PESO DE LA MUESTRA (gr):</b>		<b>3000</b>		<b>PROCTOR CON CAL 6%</b>			
<b>% DE AGUA</b>			<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>12%</b>	
<b>1</b>	PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	gr	<b>5553</b>	<b>5706</b>	<b>5598</b>	<b>5543</b>	
<b>2</b>	PESO DE MOLDE	gr	<b>3658</b>	<b>3658</b>	<b>3658</b>	<b>3658</b>	
<b>3</b>	PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	gr	1895	2048	1940	1885	
<b>4</b>	VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	<b>933</b>	<b>933</b>	<b>933</b>	<b>933</b>	
<b>5</b>	DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2.031	2.195	2.079	2.020	
<b>6</b>	RESIPIENTE N°		-	-	-	-	
<b>7</b>	PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	gr	<b>206.4</b>	<b>240.0</b>	<b>201.7</b>	<b>211.4</b>	
<b>8</b>	PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr	<b>24.7</b>	<b>210.0</b>	<b>173.5</b>	<b>178.5</b>	
<b>9</b>	PESO DEL AGUA	gr	181.7	30.0	28.2	32.9	
<b>10</b>	PESO DE TARA	gr	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	
<b>11</b>	PESO DE SUELO SECO	gr	206.4	210.0	173.5	178.5	
<b>13</b>	PROMEDIO DE HUMEDAD	%	<b>12.0</b>	<b>14.4</b>	<b>16.3</b>	<b>18.4</b>	
<b>14</b>	DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.814</b>	<b>1.919</b>	<b>1.789</b>	<b>1.706</b>	
<b>15</b>	CANTIDAD DE AGUA	cm <sup>3</sup>	180	240	300	360	

**FUENTE: ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**

**TABLA 28:** GRÁFICO DE DENSIDAD SECA EN RELACIÓN CON EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE M-2 CON CAL



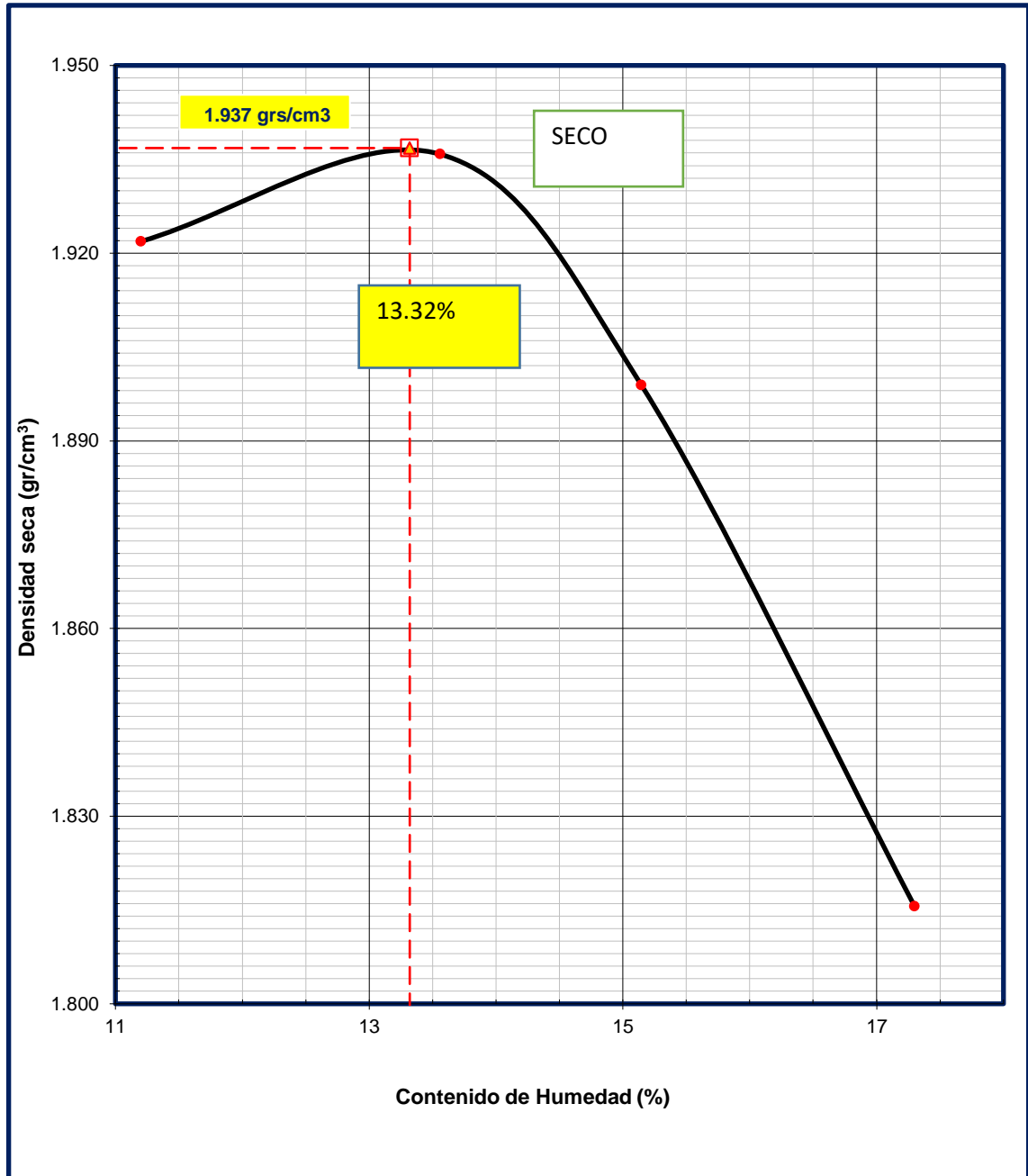
**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

**TABLA 29: COMPACTACIÓN DE SUELOS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO ENERGÍA MODIFICADA**

<b>CALICATA</b>		C-3					
<b>MUESTRA</b>		M-3					
<b>UBICACION</b>		Ingreso					
N° DE CAPAS	5	Altura de caída pisón	45.8 cm	Peso de pisón (kg)	4.529	Molde	4 "
Energía de Compact. Modificada :		27.7 kg.cm / cm <sup>3</sup>		Número de golpes/capa:	25	Metodo	"A"
PESO DE LA MUESTRA (gr):		3000	PROCTOR CON CAL 6%				
<b>% DE AGUA</b>			<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>12%</b>	
1	PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO	gr	5652	5709	5698	5645	
2	PESO DE MOLDE	gr	3658	3658	3658	3658	
3	PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	gr	1994	2051	2040	1987	
4	VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	933	933	933	933	
5	DENSIDAD SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup>	2.137	2.198	2.186	2.130	
6	RESIPIENTE N°		-	-	-	-	
7	PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	gr	228.3	232.0	200.7	210.2	
8	PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr	205.3	204.3	174.3	179.2	
9	PESO DEL AGUA	gr	23.0	27.7	26.4	31.0	
10	PESO DE TARA	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	PESO DE SUELO SECO	gr	205.3	204.3	174.3	179.2	
13	PROMEDIO DE HUMEDAD	%	11.2	13.6	15.1	17.3	
14	DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm <sup>3</sup>	1.922	1.936	1.899	1.816	
15	CANTIDAD DE AGUA	cm <sup>3</sup>	180	240	300	360	

**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

**TABLA 30:** GRÁFICO DE DENSIDAD SECA EN RELACIÓN CON EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE M-3 CON CAL



**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION



- **CBR CON CAL**

### **MUESTRA 3**

- Se trabaja 6000 gr de la muestra 3 con un agregado grueso de 15.9%(954 gr) y agregado fino de 84.1% (5046 gr) del material, además agregándole cal de 6% del peso del material.
- El agregado grueso se hace con la pasante del tamiz de 3/8" y del agregado fino con la pasante del tamiz N°4.
- Se trabajó con el máximo óptimo contenido de humedad según el proctor de la muestra 3 con cal que es 8% (pto máximo de 1.937gr/cm<sup>3</sup>)

**TABLA 31: MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

Calicata: c - 3					
Muestra: M - 3					
Ubicación: coordenadas UTM NORTE 9438392.150 – ESTE 509315.715					
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO%	QUE PASA%
3"	75	-	0.0	0.0	100.0
2"	50	0.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25	167.50	1.6	1.6	98.4
3/4"	19.0	161.00	1.5	3.0	97.0
1/2"	12.5	203.00	1.9	4.9	95.1
3/4"	9.5	179.50	1.7	6.6	93.4
1/4"	6.3	521.00	4.8	11.4	88.6
4"	4.75	488.00	4.5	15.9	84.1
10	2.00	12.50	3.5	19.5	80.5
20	0.850	22.90	6.5	25.9	74.1
40	0.425	13.00	3.7	29.9	70.4
60	0.250	14.90	4.2	33.8	66.2
140	0.106	21.70	6.1	10.0	60.0
200	0.075	36.30	10.3	50.2	49.8
BANDEJA		175.8	49.8	100.0	

**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

- Se vierte la muestra al interior del molde de 6" normalizado y se realiza 25 golpes cada capa. luego se pone en agua por 4 días para que se sature, se tiene en cuenta los parámetros del peso del molde más la muestra antes y luego de ser sumergida en agua.

**TABLA 32: MÉTODO DE ENSAYO CBR**

<b>CALCATA: M - 1</b>			
<b>MUESTRA: CON CAL</b>			
<b>UBICACION: Coordenadas UTM NORTE 9438392.150 - ESTE 509315.715</b>			
N° DE CAPAS		5 CAPAS	
N° DE MOLDE		3	
N° DE GOLPES		25	
<b>CONDICION DE LA MUESTRA</b>		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO	( gr )	12681	12785
PESO DEL MOLDE	( gr )	8140	8140
PESO DEL SUELO HUMEDO	( gr )	4541	4645
<b>VOLÚMEN DEL MOLDE</b>	( cm <sup>3</sup> )	<b>2077</b>	<b>2077</b>
<b>DENSIDAD HÚMEDA</b>	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.186	2.236
<b>PESO SUELO HÚMEDO + TARA</b>	(gr)	<b>258.30</b>	<b>512.80</b>
<b>PESO SUELO SECO + TARA</b>	(gr)	<b>226.00</b>	<b>440.00</b>
<b>PESO DE TARA</b>	(gr)	0.00	0.00
<b>PESO DE AGUA</b>	(gr)	32.30	72.80
<b>PESO DE SUELO SECO</b>	(gr)	226.00	440.00
<b>HUMEDAD</b>	%	<b>14.29</b>	<b>16.55</b>
<b>DENSIDAD SECA</b>	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.913	1.919

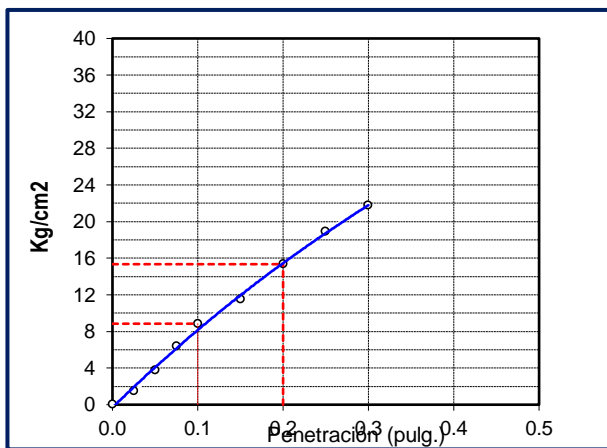
**FUENTE:** ITLO LABORATORIO, CONSULTORIA Y CONSTRUCCION

Luego pasado los días de inmersión se saca el molde se deja secar para luego ser pesado en la balanza por la saturación que tiene la muestra, se prepara luego para ser ensayado en la prensa de CBR aplicando un punzonamiento sobre la superficie del terreno centrado mediante un pistón normalizado.

**TABLA 33: PENETRACIÓN CON LA PRENSA ANALÓGICA DE LA M-3**

PENETRA-CIÓN (MM.)	TIEMPO (LB/PULG.)	CARGA ESTD. (KG./CM2)	CARGA LECTURA (KG)	CORREGIDA KG/CM <sup>2</sup>
0.000			0.00	0.000
0.025	30"		28.60	1.5
0.050	1'		72.80	3.7
0.075	1'30"		124.60	6.4
<b>0.100</b>	<b>2'</b>	<b>70.3</b>	<b>172.90</b>	<b>8.8</b>
0.150	3'		225.00	11.5
0.200	4'	104.9	300.00	15.3
0.250	5'		370.00	18.9
0.300	6'		425.00	21.7

**FIGURA 10: GRAFICO DE CBR CON CAL DE 12.6% DE LA M - 3**



Teniendo en cuenta la carga patrón de 70.3 y el área del pistón de 19.36cm<sup>2</sup>.

Se determina que a los dos minutos se tiene una lectura de 172.90 kg obteniendo como CM (carga de muestra) un 8.8kg/cm<sup>2</sup> y un CBR de 12.6%.

**3) Determinar el costo de la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022.**

- Se tiene en cuenta que se está tomando un tramo de la carretera desde carrizal km 3+000 hasta tamboya km 6+000, teniendo un total de 3km con un ancho de 4mts.

**TABLA 34:** TABLA DE SALARIOS Y BENEFICIOS SOCIALES PARA EL REGIMEN DE CONSTRUCCION CIVIL (EXPEDIENTE N°0073-2021-MTPE/2-14-NC. Del. 01.06.2021 al 31.05.2022)

<b>OPERARIO</b>			<b>indemnización</b>	<b>vacaciones</b>
Jornada básica = 74.30 * 6 días	445.80			
D.S.O. = 12.38 * 6 días	74.30	Diario	11.15	7.43
BUC 32% = 23.18 * 6 días	142.66	semanal	66.87	44.58
Bonificación por movilidad = 8.00 * 6 días	<u>48.00</u>			
<b>Total salarios</b>	<b>710.76</b>	<b>gratificación</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Fiest Navid.</b>
Descuento ONP 13%	86.16	Diario	14.15	19.81
Descuento CONAF.2%	<u>10.40</u>	Mensual	424.57	594.4
<b>Pago neto semanal</b>	<b>614.20</b>	<b>Total</b>	<b>2972.00</b>	<b>2972.00</b>
<b>Oficial</b>			<b>indemnización</b>	<b>vacaciones</b>
Jornada básica = 58.45 * 6 días	350.70			
D.S.O. = 9.14 * 6 días	58.45	Diario	8.77	5.85
BUC 30% = 17.54 * 6 días	105.21	semanal	52.61	35.07
Bonificación por movilidad = 8.00 * 6 días	<u>48.00</u>			
<b>Total salarios</b>	<b>562.36</b>	<b>gratificación</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Fiest Navid.</b>
Descuento ONP 13%	66.87	Diario	14.15	19.81
Descuento CONAF.2%	<u>8.18</u>	Mensual	424.57	594.4
<b>Pago neto semanal</b>	<b>487.31</b>	<b>Total</b>	<b>2972.00</b>	<b>2972.00</b>
<b>Peon</b>			<b>indemnización</b>	<b>vacaciones</b>
Jornada básica = 52.50 * 6 días	315.00			
D.S.O. = 8.75 * 6 días	52.50	Diario	8.77	5.85
BUC 30% = 15.75 * 6 días	94.50	semanal	52.61	35.07
Bonificación por movilidad = 8.00 * 6 días	<u>48.00</u>			
<b>Total salarios</b>	<b>510.00</b>	<b>gratificación</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Fiest Navid.</b>
Descuento ONP 13%	60.06	Diario	14.15	19.81
Descuento CONAF.2%	<u>7.35</u>	Mensual	424.57	594.4
<b>Pago neto semanal</b>	<b>442.59</b>	<b>Total</b>	<b>2972.00</b>	<b>2972.00</b>

**FIGURA 11: GRÁFICO DE SALARIOS DE OPERARIO, OFICIAL Y PEON**

	Salario/semana	Diario	Hora
operario	S/. 614.20	S/. 102.37	S/. 12.80
oficial	S/. 487.31	S/. 81.22	S/. 10.15
Peón	S/. 442.59	S/. 73.77	S/. 9.22

Se tiene en cuenta que por m2 se tiene un gasto de la partida de S/. 18.21 teniendo en cuenta el costo del material que es la cal a utilizar para estabilizar y el costo de la mano de obra vigente. El costo total sería entonces de S/ 218 520.00.

**FIGURA 12: ESTABILIZACIÓN CON CAL**

<b>PARTIDA</b>		<b>ESTABILIZACIÓN CON CAL EN TROCHA CARROZABLE (3000 X4MTS)</b>					
UNIDAD	M2						
CUADRILLA	CAPATAZ	OPERARIO		OFICIAL		PEON	
	0.00	1.00		0.00		2.00	
RENDIMIENTO	200.00m2/dia						
<b>METRADO</b>	<b>12,000.00 M2</b>						
<b>INSUMOS</b>	<b>INSUMOS</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>unit.</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio</b>
<b>AFECTADOS POR EL</b>				<b>(S/.)</b>	<b>parc.(S/.)</b>	<b>total.(S/.)</b>	
<b>METRADO</b>							
<b>237.02</b>	<b>MATERIALES</b>		<b>1.0000</b>				
	cal de obra 20kg	<b>bis</b>		<b>16.90</b>	16.90	16.90	
<b>480.00</b>	<b>MANO DE OBRA</b>						
<b>960.00</b>	Operario (1.00)	H.H	0.0400	12.80	0.51	1.25	
	Peón (2.000)	H.H	0.0800	9.22	0.74		
S/. 750.00	<b>EQUIPOS</b>	<b>Y</b>					
	<b>HERRAMIENTAS</b>		5.0000	1.25	0.06	0.06	
	Herramientas manuales	%					

**FIGURA 13: COSTO TOTAL DE LA PARTIDA**

02.00.00 TRABAJO PRELIMINARES 218.520

02.01.00	ESTABILIZACION CON CAL EN LA TROCHA CARROZABLE (3000 X 4 mts)	M2	12,000.000	18.21	218,520.00	
----------	---	----	------------	-------	------------	--

## V. DISCUSIÓN

Luego de los resultados de cada objetivo específico, se realizó una discusión junto con las teorías establecidas, la cual se incorporó a nuestro objetivo general que es: “Realizar la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal Km 3+000 – Tamboya Km 6+000 Distrito Yamango – Provincia de Morropón – Piura,2022”.

Al realizar el estudio de suelos se extrajo tres muestras de tres calicatas una de cada una en el laboratorio mencionado anteriormente, donde se indicó que la calicata 2-M2 obtiene con una mayor capacidad de grava con un 24.6%, en la calicata 3-M3 tiene más cantidad de arena con un 34.3%, en la calicata 1-M1 cuenta con mayor fino de un 66.4% respecto al análisis granulométrico, se determinó que la calicata 1-M1 cuenta con mayor contenido de humedad con un 10.9%, así mismo ,los límites de consistencia tenemos que la calicata 1-M1 presento un límite liquido de 32.95%, limite plástico 23.19% y un 9.76% de índice de plasticidad, en la calicata 2-M2 tiene un límite liquido de 34.15%, ,limite plástico 27.32% y un 6.83% de índice de plasticidad, en la calicata 3-M3 tiene un límite liquido de 28.30%, limite plástico 18.61% y un 9.61 de índice de plasticidad, con respecto a la relación densidad-humedad obtenemos que la calicata 2-M2 se obtiene la máxima densidad seca teniendo un 1.95gr/m<sup>3</sup> y la calicata 1-M1 tiene un mayor optimo contenido de humedad de 15.70% y se halló un CBR de 1.3%

Aplicando el manual de carreteras, se alcanzó un CBR del 1.3%, ya que por consiguiente se obtuvo los porcentajes del aditivo químico con Cal, todos los suelos arcillosos, que pasan arriba del 25% tamiz 200 y con índice de plasticidad mayor que 10 o con más de 7% de arcilla, se modifican y estabilizan mediante un proceso químico eficiente con cal. Se debe utilizar la cantidad apropiada y de una calidad que cumpla con la norma ASTM C-977 (Norma de cal para estabilización de suelos) y ASTM C-25 (ensayos de laboratorio para cal). Proctor con Cal de 6% y de Agua al 6%, 8%, 10% y 12% para la calicata 1 – M1 alcanzo una máxima densidad seca de 1.938gr/cm<sup>3</sup> con una humedad de 16.10% al 10%, en la calita2-M2 se obtuvo una máxima densidad seca de 1.919 gr/cm<sup>3</sup> con



una humedad de 14.35% al 8%, en la calicata 3-M3 se alcanzó una máxima densidad seca de 1.937 gr/cm<sup>3</sup> con una humedad de 13.32% al 8% alcanzando un CBR de 12.6%.

Como último objetivo Determinar el costo de la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022. Se ha podido observar costos elevados, como mano de obra, equipos, herramientas y materiales de construcción alcanzando un total de S/ 218,520.00 (Doscientos Dieciocho mil Quinientos veinte 00/100Soles).

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se determinó los parámetros físicos y mecánicos de la consolidación de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropón - Piura, 2022, es arcilloso habiendo realizado el ensayo granulométrico de las tres muestras. Siendo un tipo de suelo malo para la construcción ya sea para edificaciones, carreteras, y con clasificación AASHTO es A-4 (0), por lo que podemos definir que el material es Arena limo arcillosa, en la granulometría se obtiene lo siguiente que es: grava un 56.20%, en arenas 34.3%, en finos un 66.4%; y en los límites de consistencia tenemos que: el limite liquido es de 34.15%, limite plástico de 27.32% y el índice de plasticidad de 6.83%, contenido de humedad 9%, proctor modificado 1.95g/cm<sup>3</sup> y en CBR (California Bering Ratio) 1.3%, que no coinciden con los parámetros.
2. Se concluye que los porcentajes del aditivo químico (Cal) se consideró del 1% al 6% del material seco por estabilizar norma ASTM C-977 (Norma de cal para estabilización de suelos) y ASTM C-25 (ensayos de laboratorio para cal). Este es un método económico para reducir la plasticidad de los suelos y aumentar su resistencia. Por ello se realizó Proctor Modificado con Cal de 6% y de Agua al 6%, 8%, 10% y 12% donde obtuvimos una

máxima densidad seca 1.983gr/cm<sup>3</sup> y una humedad desde el 16.10% al 10%, alcanzando un CBR de 12.6%.

3. Se concluye que respecto al costo de la Estabilización de suelos para optimizar el tránsito en el campo de estudio que tiene fuentes confiables como referencia, como un registro de gastos de 2022 por un total de S/ 218,520.00 (Doscientos Dieciocho mil Quinientos veinte 00/100Soles), una inversión y beneficio que mejoraría la calidad de vida de los pobladores de Yamango - Morropón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que para relleno se use siempre y cuando esté libre de impurezas y se utilice los mismos materiales o también se podrá zarandear el material y así usarlo para relleno a la hora de pavimentar. En las pruebas mecánicas realizadas, la prueba proctor modificada mostro una humedad inferior a la óptima, por lo que es recomendable abrir la parte contaminada al excavar y luego humedecerla hasta la humedad optima, por lo que entraría el rodillo para hacer la compresión.
2. En todo proyecto de pavimentación flexible, rígido o semirrígido se realiza un estudio hidrológico para determinar el caudal máximo para ver si existe la necesidad de una obra de arte que favorezca la escorrentía de aguas pluviales para garantizar la vida útil del pavimento.
3. Tener en cuenta los precios actuales, que cambian con el tiempo, ayudara a crear un mejor presupuesto, ya que esto es importante para el proyecto, ya que refleja lo que se invertirá para realizar el trabajo.

## REFERENCIAS

- JARA ANYAYPOMA, R. Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso [en línea]. Rosa Llique Mondragon, tut., Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2014. [Consulta: 18-02-19]. Disponible en: <https://url2.cl/LzFhy>.
  
- CALLA, Efrain. “Pavimentación de los Jirones Achaya, Manco Capac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la Municipalidad Distrital de Caminaca-Azángaro”. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1862>
  
- CASTAÑEDA, Sheyla. “Propuesta Técnica para Mejoramiento de vías en la zona Urbana del C.P. Paratushiali Distrito y Provincia Satipo - Junín”. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2017.  
Disponible:  
<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/246/Castan%CC%83eda%20Alarcon%20Sheyla%20Jasmin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  
- MELENDRES CHUQUILLANQUE, E. Estabilización química con cal viva para carreteras con suelos arcillosos [en línea]. Carmen Chilon Muñoz, tut., Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Civil, 2007. [Consulta: 18-02-19]. Disponible en: <https://url2.cl/mr5dH>.

- GARCIA, Claudia. "Evaluación Técnico -económica de diversas alternativas de Pavimentación del Sector Alto Guacamayo", 2005. (Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles). Valdivia: Universidad Austral de Chile. Disponible

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcig216e/sources/bmfcig216e.pdf>      <https://www.horcalsa.com/blog/estabilizacion-de-suelos-arcillososcon-cal-horcalsa/>

- <http://www.ageecovias.net/files/mtc1109-con-rd-1-Norma-Tecnica-deEstabilizadores.pdf>

- <http://www.ageecovias.net/files/mtc1109-con-rd-1-Norma-Tecnica-deEstabilizadores.pdf>

- Palli Apaza Edwin Ever "Guía Básica para Estabilización de suelos con Calen Caminos de Baja Intensidad Vehicular en la Provincia de San Román"  
Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil:  
[http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2444/Palli\\_Apaza\\_Edwin\\_Ever.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2444/Palli_Apaza_Edwin_Ever.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- MTC. (2001). PROYECTO. MEJORAMIENTO VIAL DE LA CARRETERA HUANUCOTINGO MARIA-PUCALLPA SECTOR AGUAYTIA - PUCALLPA. PUCALLPA, HUANUCO, UCAYALI

- LOZADA, José. Diseño vial y comparación técnica económica entre pavimento flexible (asfáltico) y pavimento semiflexible (adoquinado) para la urbanización los pinos ubicada en la parroquia Cutuglahua cantón Mejía provincia Pichincha. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2018. Disponible en

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15224>

- BRICEÑO, Carla y TELLO, Pool. "Análisis Comparativo del Diseño Estructural y Evaluación Económica entre un Pavimento Rígido, Flexible y Adoquinado utilizando el Método ASSHTO 93, para la Av. Miguel Grau, Tres de Octubre, Nuevo Chimbote". Tesis (Título de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. Disponible en

[file:///C:/Users/User/Downloads/RE\\_ING.CIVIL\\_CARLA.BRICE%C3%91O\\_POOL\\_TELLO\\_DISE%C3%91O.ESTRUCTURAL\\_DATOS%20\(3\).PDF }](file:///C:/Users/User/Downloads/RE_ING.CIVIL_CARLA.BRICE%C3%91O_POOL_TELLO_DISE%C3%91O.ESTRUCTURAL_DATOS%20(3).PDF)

- GALLARDO, Eliana. [en línea]. 1.ª ed Perú: Universidad Continental, 2017. [fecha de consulta: 12 de mayo de 2021]. Disponible en

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO\\_UC\\_EG\\_MAI\\_UC0584\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf)

- GARCIA, Claudia. "Evaluación Técnico -económica de diversas alternativas de Pavimentación del Sector Alto Guacamayo", 2005. (Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles). Valdivia: Universidad Austral de Chile. Disponible en

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfciq216e/sources/bmfciq216e.pdf>

- diana, "mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados pet en el distrito la encantada".

(Tesis para optar el título de ingeniero civil). Piura: Universidad nacional de Piura, 2019. Disponible en

<https://docs.com/document/d/1hlkp4cl69Wg-h2RZF2ALrZZpi-B5aSWs4jBd9srGKR/edit>

- Hernández, J., Mejía, D., & Zelaya, C. (2016). Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la Universidad de El Salvador. Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador, Centro América. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14342/1/50108285.pdf>

- De la cruz, Lizeth., salcedo, Kaite., (2016). “Estabilización de suelos Cohesivos por medio de Aditivos (eco road 2000) para pavimentación en palian – huancayo - junin.”. (tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad Peruana los Andes. Obtenido de <https://docs.google.com/document/d/1GX7drDbtzN8dXpT53DltdZ0uHofGng49vtfQgEFaWs/edit>

- Ramos, G. (2014). Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo: UNCP. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/416>

- MTC, m. d. (2013). manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. mtc. Perú: dirección general de caminos y ferrocarriles. obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/p\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/p_recientes/4515.pdf)

## ANEXOS

**TABLA 34: MATRIZ DE COHERENCIA**

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS
<p>estabilización de Suelos para la pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000-Tamboya km 6+000 Distrito Yamango- Provincia Morropon - Piura,2021</p>	<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cuál es la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropon - Piura, ¿2021?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b> ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del Suelo para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 distrito Yamango - provincia de Morropon - Piura, 2022?</p> <p>¿Cuáles son los porcentajes del aditivo químico para la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 distrito Yamango - provincia de Morropon - Piura, 2022?</p> <p>¿Cuál es el costo en la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 distrito Yamango - provincia de Morropon - Piura, 2022?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Realizar la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropon - Piura, 2021.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> Especificar las propiedades físicas y mecánicas del Suelo para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropon - Piura, 2022.</p> <p>Determinar los porcentajes del aditivo químico para la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropon - Piura, 2022.</p> <p>Determinar el costo de la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropon - Piura, 2022.</p>

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 35: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES Y DIMENSIONES**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Estabilización de Suelos para fines de Pavimentación	Es el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo a través de procedimiento mecánicos e incorporación de productos naturales o sintéticos para que así sus propiedades tengan una mayor capacidad portante (Ministerio de transporte y comunicaciones, 2013).	Se determinará las características del terreno mediante calicatas, granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, clasificación SUCS y estudio hidrológico.	Propiedades físicas y mecánicas del Terreno	Calicatas Granulometría Límites de consistencia Contenido de humedad (%) Clasificación SUCS Proctor CBR IMDA	Nominal Nominal De razón De razón De razón De razón
		Se determinará los porcentajes de aditivos químicos mediante el MTC E 1109 –2004 norma técnica y la norma técnica NTPCE.010 Pavimentos Urbanos.	Porcentajes de Aditivos Químicos	Proctor CBR	Nominal De razón
		Se determinará el costo para la estabilización de suelos para fines de pavimentación.	Costo	ACU	De razón

Fuente: Elaboración Propia



**TABLA 36: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

<b>TABLA 35: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN Objetivos Específicos</b>	<b>Fuente</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Logro</b>
Especificar las propiedades físicas y mecánicas del Suelo para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropon - Piura, 2022.	Características del terreno	observación	Ensayos de laboratorio	Se especificará las Propiedades tanto físicas como mecánicas del terreno, así mismo se realizará un estudio hidrológico verificando las precipitaciones y escorrentía del sector
Determinar los porcentajes del aditivo químico para la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropon - Piura, 2022.	Estabilización de suelos para fines de pavimentación	Observación y análisis documental	Cargas de transitabilidad	Se determinará los porcentajes de aditivos químicos mediante el MTC E 1109 –2004 norma técnica y la norma técnica NTPCE.010 Pavimentos Urbanos.
Determinar el costo de la Estabilización de Suelos para la Pavimentación de la Trocha Carrozable Carrizal km 3+000 – Tamboya km 6+000 Distrito Yamango - Provincia de Morropon - Piura, 2022.	ACU Presupuestos Rendimientos	Análisis documental	Cotizaciones Rendimiento CAPECO Presupuesto ACU	Se reconocerá los costos para la estabilización de suelos para fines de pavimentación

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 37: CRITERIOS PARA ESTABILIZAR UN SUELO**

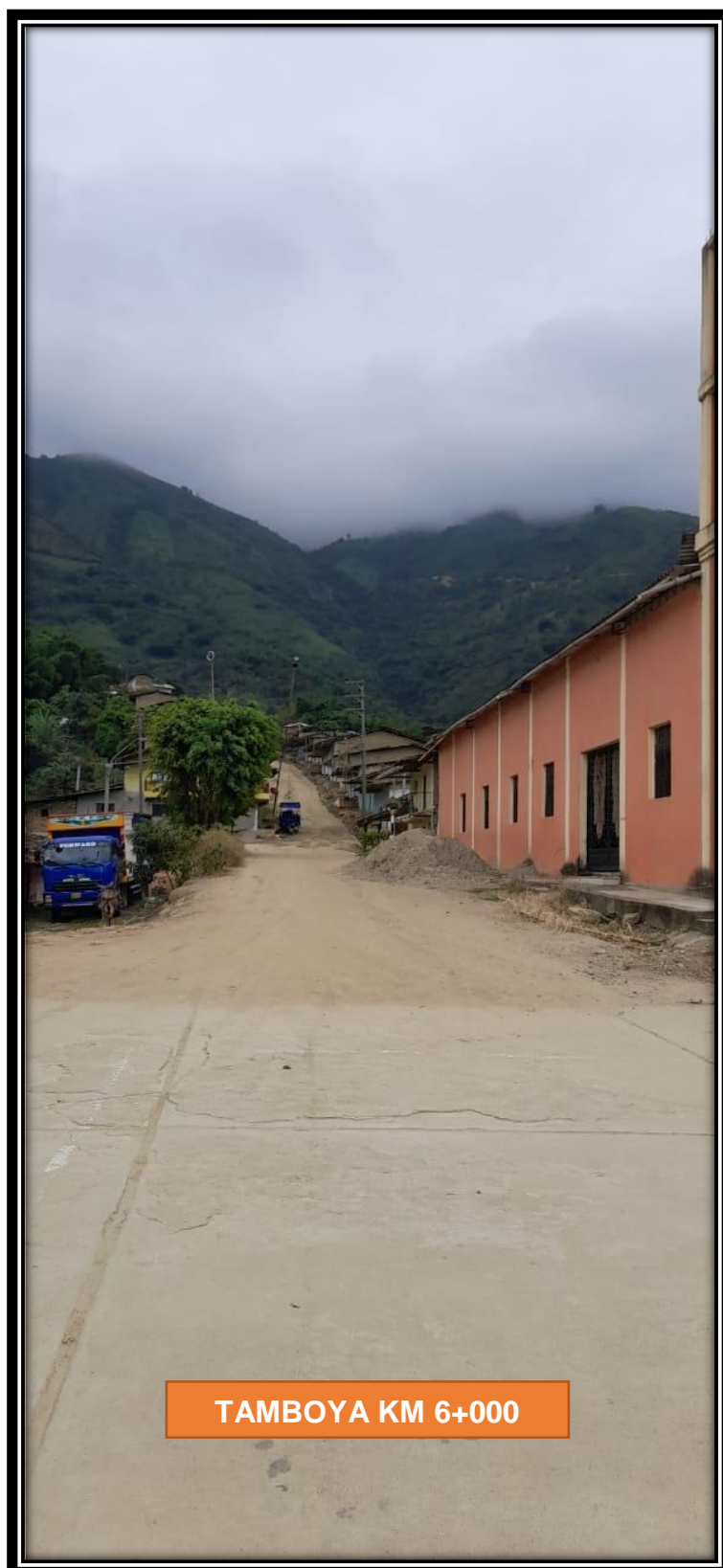
<b>Criterios para estabilizar un suelo</b>
Suelos con CBR < 6% que va a ser usado para capas de la sub rasante.
Sub rasantes arcillosas o limosas, que al contacto con el agua contaminen el pavimento.
Sub rasantes debe queden por debajo del nivel de napa freática.
En zonas que se encuentren sobre los 4000 msnm, donde el congelamiento influye según la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento
Determinar el tipo de suelo existente: limos, arcillas, arenas limosas o arcillosas.

**Fuente.** Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos 2013. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

## UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



FUENTE: ELABORACION PROPIA



TAMBOYA KM 6+000

FUENTE: ELABORACION PROPIA REGISTRO  
FOTOGRAFICO DE LAS CALICATAS



## CALICATA1 – M1 CARRIZAL KM 4+000

**IMÁGENES 1:** Excavación de calicata: Se observa la excavación de la calicata 01 in situ, las cuales se extrajo una sola muestra de la zona para realizarle los diferentes ensayos de laboratorio.



**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA

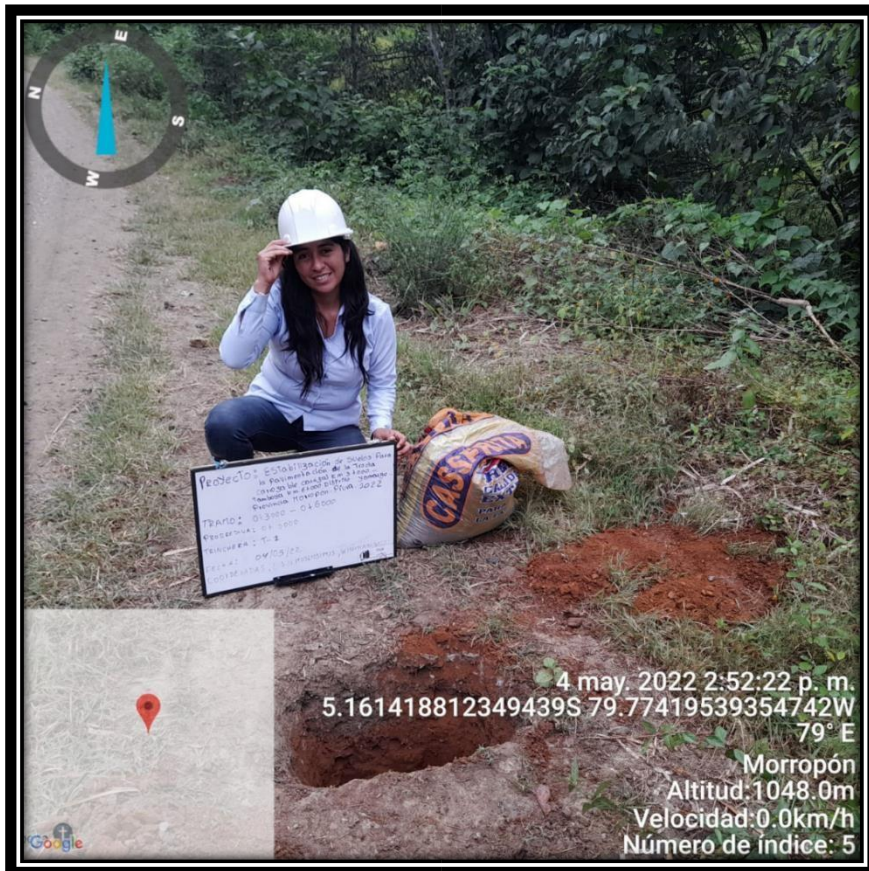






### CALICATA 3 – M3 SE REALIZO EN KM 6+000

**IMÁGENES 3:** Excavación de calicata: Se observa la excavación de la calicata 03 in situ, las cuales se extrajo una sola muestra de la zona para realizarle los diferentes ensayos de laboratorio.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## IMÁGENES

### ENSAYOS DE LABORATORIO

4: Se observa las muestras que han sido llevadas a ITLO Laboratorio, Consultoría y Construcción S.A.C ubicada en Piura para calcular las propiedades físicas y mecánicas del suelo.





## IMÁGENES



5: Se realiza el análisis de granulométrico de las muestras llevadas al laboratorio para verificar los porcentajes de finos y gruesos que tiene el suelo del área de estudio.

## IMÁGENES



7: En la siguiente figura se observa cómo se realiza los Límites de Atterberg, en la cual se utilizó el instrumento de laboratorio llamado Copa Casa Grande que mediante el número de golpes va a determinar la abrasión del suelo.

# IMÁGENES

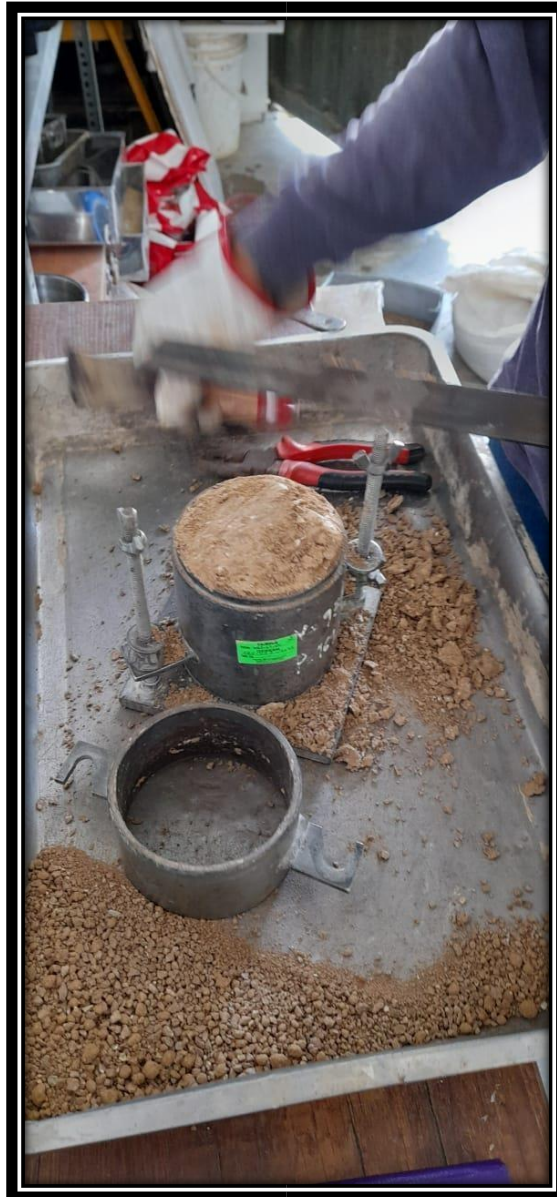




**IMÁGENES 9:** Se observa la realización del ensayo de Proctor con y sin cal de cada muestra.



**IMÁGENES 10:** Se observa la elaboración del ensayo de CBR con cal en una de las 3 muestras extraídas para calcular las propiedades físicas y mecánicas del suelo.





**IMÁGENES 11:** realización de ensayo de proctor con 6% de cal



**IMÁGENES 12:** ensayo de CBR con 6% de cal



**IMÁGENES 13:** prensa de CBR







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, LUCIO SIGIFREDO MEDINA CARBAJAL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "ESTABILIZACION DE SUELOS PARA LA PAVIMENTACION DE LA TROCHA CARROZABLE, CARRIZAL KM 3+0000 - TAMBOYA KM 6+000 - DISTRITO YAMANGO - PROVINCIA MORROPON - PIURA, 2022.", cuyos autores son CONCHA CHUQUICUSMA DILMA, BAZALAR PAZ JONATHAN ENRIQUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 31 de Mayo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LUCIO SIGIFREDO MEDINA CARBAJAL <b>DNI:</b> 40534510 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 31-05- 2023 11:42:03

Código documento Trilce: TRI - 0543355