



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en  
carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama  
Guzmán-Chiclayo 2021 "

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Marchán Díaz, Liseth Elizabeth (ORCID: 0000-0002-0002-8703)

Yrrazabal Morales, Genaro Anthony (ORCID: 0000-0002- 0625-0516)

**ASESOR:**

ING. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (ORCID: 0000-0001-5207-4421)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

CHICLAYO – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios, por brindarnos la valentía y fortaleza que necesitamos día a día para continuar con lo que un día empezamos. A ÉL siempre nuestro amor, entrega, obediencia y respeto.

A mi madre, Ysabel Abad Diaz Cercado y mi padre, Freddy Enrique Marchán Olaya, a quienes amo mucho, por su gran apoyo moral e incondicional y fortaleza. A mis hermanos, Yesenia, Freddy, Milenka, Andy y Valentina son quienes me brindan las fuerzas para no detenerme y seguir avanzando mostrando siempre su afecto hacia mi persona.

### **Liseth**

A mis padres: Rosa Morales y Genaro Yrrazabal, que son piezas fundamentales en mi vida.

A mi abuelito que me dio ese primer impulso de seguir por lo que siempre soñé.

A mis hermanos, Mónica, Yuno, Diego, que han sido mi apoyo diario y a mi compañera de vida, que en todos estos años ha sido mi principal motivo y fuerza, Vanessa Saldaña.

**Genaro Yrrazabal.**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, muy agradecidos con Dios, por las grandes oportunidades que hoy en día tenemos el estudio y el trabajo que gracias a ÉL aún persisten.

A mis abuelitos, Edita, Orfelina y Juan quienes me brindan la confianza el amor y cariño para seguir avanzando, sobre cualquier obstáculo en el camino. A mis ángeles, Miguel Ángel Marchán Otero y Omar Alexander Marchán Olaya, a ambos por protegerme siempre y ayudarme en todo momento.

**Liseth**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, gracias por darme fuerzas y levantarme cuando más lo necesito.

A mis padres, mis hermanos, y mi enamorada que es la persona incondicional que nunca me deja solo.

**Genaro Yrrazabal.**

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de gráficos/ figuras .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y Diseño de la Investigación.....	14
3.2 Variables y operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra y muestreo.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 Procedimiento .....	17
3.6 Métodos de Análisis de Datos.....	18
3.7 Aspectos Éticos.....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES .....	32
REFERENCIAS.....	33
Anexos .....	40

## Índice de Tablas

Tabla 1.- Técnicas e instrumentos .....	17
Tabla 2.- Inventario Vial .....	19
Tabla 3.-Tipo de polímeros, Chiclayo .2021 .....	20
Tabla 4.-Estructura del polímero, Chiclayo.2021.....	21
Tabla 5.- Obtención del Pet, lavado y secado, Chiclayo 2021 .....	21
Tabla 6.- Porcentaje de materiales utilizados al 1%, 3% y 5% Chiclayo. 2021 .....	21
Tabla 7.- Porcentaje de materiales utilizados al 10%, 15% y 20% Chiclayo. 2021 ..	21
Tabla 8.- Granulometría del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021 .....	22
Tabla 9.- Parámetros físicos del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021. ....	23
Tabla 10.- CBR del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.....	23
Tabla 11.- Proctor del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca - Rama Guzmán-Chiclayo 2021. ....	23
Tabla 12.- Contenido de humedad del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.....	24
Tabla 13.- CBR con polímeros al 1%, 3%, 5% del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.....	25

Tabla 14.- Proctor al 1%, 3%, 5% del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021 .....	25
Tabla 15.- Resultados del ensayo C.B.R. al 10%, 15 % y 20 % del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021 .....	25
Tabla 16.- Resultados del ensayo proctor al 10%, 15 % y 20 % del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021 .....	26
Tabla 17.- Resultados de ensayo con expansión del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021 .....	26
Tabla 18.- Codificación de las Fajas .....	66
Tabla 20.- Especificaciones técnicas de tipo de estabilizadores y su aplicación según región .....	87
Tabla 21.- Normatividad .....	92
Tabla 22.- Parámetros físicos.....	94
Tabla 23.- Resultados del ensayo C.B.R. ....	95
Tabla 24.- Resultados del ensayo proctor .....	95
Tabla 25.- Parámetros físicos al 10% , 15 % y 20 %.....	122
Tabla 26 .- Resultados del ensayo c.b.r. en terreno natural.....	124
Tabla 27.- Resultados del ensayo c.b.r. 10% , 15 % y 20 %.....	124
Tabla 28 .- Resultados del ensayo proctor 10% , 15 % y 20 %.....	124
Tabla 29.- Resultados del ensayo expansion 10% , 15 % y 20 %.....	103
Tabla 30.- Metrados .....	126
Tabla 31 .- Polímeros ACU.....	126
Tabla 32.- Estabilización de base con cemento ACU.....	128
Tabla 33.- Presupuesto. ....	129

## Índice de figuras

Figura 1.- Ubicación Cartográfica.....	60
Figura 2.- Estudio de tráfico .....	72
Figura 3.- Tipos de polímeros e identificación plásticos reciclados .....	76
Figura 4 Marca de reciclaje del PET y su acumulación para el reciclaje.....	79
Figura 5.- Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador. ....	86
Figura 6.- Clasificación SUCS Calicata 1 .....	101
Figura 7.- Clasificación SUCS Calicata 2 .....	103
Figura 8.- Clasificación SUCS Calicata 2 muestra 2 .....	105
Figura 9.- Clasificación SUCS Calicata 3 .....	107
Figura 10.- Contenido de humedad.....	109
Figura 11.- Proctor Estándar al 1% de polímeros.....	110
Figura 12.- Proctor Estándar al 3% de polímeros artificiales.....	111
Figura 13.- Proctor Estándar al 5% de polímeros artificiales.....	112
Figura 14.- CBR muestra 1.....	113
Figura 15.- CBR muestra 2.....	115
Figura 16.- CBR muestra 3.....	117
Figura 17.- Clasificación SUCS. Calicata 1 al 10, 15 y 20 % de polímeros.....	106
Figura 18 .- Clasificación SUCS. Calicata 2 muestra 1 10, 15 y 20 % de polímeros	108
Figura 19.- Clasificación SUCS. Calicata 2 muestra 2 10, 15 y 20 % de polímeros	110
Figura 20.- Clasificación SUCS. Calicata 3 10, 15 y 20 % de polímeros.....	112
Figura 21.- Contenido de Humedad 10, 15 y 20 % de polímeros.....	114
Figura 22.- Proctor Estándar Calicata 1 10, 15 y 20 % de polímeros.....	115
Figura 23.- Proctor Estandar Calicata 2 10, 15 y 20 % de polímeros.....	116
Figura 24 .- Proctor Estandar Calicata 3 10, 15 y 20 % de polímeros.....	117
<i>Figura 25 .- CBR al 10% .....</i>	<i>118</i>
Figura 26.- CBR al 15 % .....	120
Figura 27 .- CBR al 20 % .....	122
Figura 28 .- CBR Terreno natural.....	124

## Resumen

La presente tesis, se desarrolló en el Distritos de Monsefu y Lambayeque Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque en el año 2021. La investigación se justifica en el desarrollo para la aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada, el cual no reúne las condiciones de diseños adecuados. Con la finalidad de satisfacer las necesidades actuales de los sectores e caseríos inmersas en el ámbito de influencia del proyecto, se propone la aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo, el cual consiste la recolección de polímeros artificiales (PET) el cual será unido con el suelo natural, el cual mejorara la capacidad portante del suelo, y ayudara en la estabilización del suelo, el cual será beneficioso para los pobladores en el área de influencia, puesto que esto reduce el polvo en un 80%, es impermeable y soporta las cargas vehicules, el proyecto estuvo enmarcado en el tipo de investigación de carácter descriptivo. Los datos obtenidos del área de influencia del proyecto serán procesados mediante programas especializados como el Excel, Word entre otros, así mismo se contará con la orientación de un asesor especializado en la línea de investigación para el análisis de los datos obtenidos.

**Palabras clave: PET, Población, Polimeros.**

## **Abstract**

This thesis was developed in the Districts of Monsefu and Lambayeque, Province of Lambayeque, Department of Lambayeque in the year 2021. The research is justified in the development for the application of artificial polymers to stabilize the soil on unpaved road, which does not meets the conditions for suitable designs. In order to satisfy the current needs of the sectors and villages immersed in the scope of influence of the project, the application of artificial polymers to stabilize the soil is proposed, which consists of the collection of artificial polymers (PET) which will be combined with the natural soil, which will improve the bearing capacity of the soil, and will help in the stabilization of the soil, which will be beneficial for the inhabitants in the area of influence, since this reduces dust by 80%, is waterproof and supports the vehicle loads, the project was framed in the type of descriptive research. The data obtained from the area of influence of the project will be processed through specialized programs such as Excel, Word, among others, as well as the guidance of a specialized advisor in the line of research for the analysis of the data obtained.

**Keywords:** PET, Population, Polymers.

## I. INTRODUCCIÓN

El problema enlazado al tema de los suelos referente al ámbito de la construcción tiende a contar con un componente inestable (bajas resistencias mecánicas y así mismo una capacidad portante baja) las cuales las obras civiles se ven afectadas al momento de la construcción, que se da en las distintas especialidades como: edificios, puentes, carreteras, etc, los cuales tienen como resultado fallas, fisuras y posibles colapsos. Es por ello que este proyecto se elaboró con el propósito de que las condiciones físicas-mecánicas del suelo utilizando polímeros sean mejoradas, ya que este permitirá estabilizar y mejorar al suelo.

Está problemática también es de carácter internacional, como es el caso de Guatemala, país que tiene sus carreteras colapsadas, sin mantenimiento, el cual tiene múltiples agujeros; generando un efecto muy relevante que es el deterioro de los vehículos por la gravedad del mal estado de las carreteras, puesto que el gobierno es incapaz de desarrollar una infraestructura vial con los requerimientos necesarios para mejorar dicho problema. (Prensa libre, 2018)

En el Perú, el problema es mucho mayor, puesto que alrededor del 80% de sus carreteras se encuentran en mal estado, siendo necesaria su reparación, puesto que diversos factores han deteriorado con mayor intensidad su estado como son las lluvias, fenómenos, por ende, se deben reparar y asfaltar utilizando productos de larga duración. (Logística, 2019).

A nivel local, dicha realidad se puede observar en el departamento de Lambayeque el cual carece de infraestructuras viales debido a que se encuentran deterioradas presentando muchas fallas: algunas por asentamiento, ahuellamiento, fallas estructurales, hundimiento y esponjamiento; todos estos como consecuencia de una inadecuada compactación, ausencia de un mantenimiento, y aplicación de materiales de baja calidad. Además, el factor de gran importancia es no realizar un estudio de mecánica de suelo para determinar sus componentes, por lo tanto, se ha observado en el lugar de estudio que contamos con un suelo que contiene arcilla expansiva, las cuales en función a la variación en su humedad que adquirió por capilaridad y/o infiltración padecen de cambios sobre el volumen. Otro factor el cual está afrontando el departamento de Lambayeque es que presenta escasez de materiales en sus

canteras, de las que no están extrayendo agregados de calidad, asimismo están siendo utilizados para las diferentes construcciones, una de ellas es la construcción de carreteras, no obteniendo así buenos resultados ya que no cumplen con el análisis de estándares de un buen producto debido a que sus propiedades físico-químicas se ven afectadas por escorias.

Si no se busca una solución inmediata al problema que viene transcurriendo sobre el tema de las carreteras y su presencia de patologías durante su periodo de uso; estas demandaran que el tiempo de reconstrucción sea indeterminado, de la misma manera para su reconstrucción se necesitará materiales, por lo tanto, esta actividad conlleva a explotar más canteras que como consecuencia seguirá atacando al medio ambiente. Por lo mismo hemos creído conveniente considerar como propuestas de solución para la mejora de este tipo de suelo la estabilización del mismo utilizando polímeros, el cual permitirá modificar sus características, con el fin de que sus comportamientos mejoren, en relación a la resistencia y deformación, así mismo lograr su óptima resistencia, posteriormente pueda realizarse la construcción de carreteras; esto además facilitará la transitabilidad vehicular y peatonal en la vía. Otro factor a considerar es que se debería realizar mantenimientos periódicos- rutinarios, y tener consideración en el inventario vial, para no tener este tipo de problemas y causar un malestar a la población. Ante la realidad problemática mencionada, planteamos el problema de investigación con la siguiente pregunta general: ¿Cuál es la influencia de la aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021? Y problemas específicos: ¿Cuál es la situación actual en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021?; ¿Cómo determinar el porcentaje polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021?, ¿Cuál es la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades físicas del suelo?, ¿Cuál es la influencia de la aplicación polímero artificial en las propiedades mecánica del suelo?, ¿Cuál es la influencia de la aplicación polímero artificial en el análisis de costos en la estabilización del suelo?

La justificación del trabajo de investigación está dada porque el suelo no cumple con las exigencias mínimas para su desempeño para la construcción de una carretera

pavimentada, es por eso que se buscó dar soluciones mediante la alternativa de añadir polímeros con la finalidad de estabilizar el suelo, esta alternativa brinda mejoras y beneficios a los distintos suelos que requieren ser tratados, como por ejemplo aumentar la resistencia, mejorar el comportamiento a las cargas vehiculares, una mayor vida útil, control de erosión, resistencia de la rodadura, el desgaste de la rodadura, entre otros. Finalmente, a través del presente estudio se desea lograr mejorar el suelo para la calidad de serviacibilidad del pavimento futuro para los usuarios que hacen uso diario de su transitabilidad por el tramo de estudio, brindando así seguridad a los transportistas y evitando daños a los vehículos. La presente tesis tuvo como objetivo general, Determinar la influencia de la aplicación de polímeros artificiales para la estabilización del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021 Y como objetivos específicos: Determinar el diagnóstico de la situación actual en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021. Determinar la influencia de la aplicación de polímeros artificiales en la cantidad de plástico a recolectar en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021; Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades físicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021; Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades mecánicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021; Determinar la influencia de la aplicación de polímero artificial en el análisis de costos unitarios para la estabilización del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021; Las hipótesis General: Las aplicaciones de polímeros artificiales influyen considerablemente para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada. Y como específicos: La aplicación de polímeros artificiales influye considerablemente en la cantidad a recolectar; Las aplicaciones de polímeros artificiales influyen considerablemente en las propiedades físicas del suelo en carretera no pavimentada; Las aplicaciones de polímeros artificiales influyen considerablemente en las propiedades mecánicas del suelo en carretera no pavimentada; Las aplicaciones de polímeros artificiales influyen considerablemente en el análisis de costos para la estabilización del suelo en carretera no pavimentada.

## II. MARCO TEORICO:

En el desarrollo de la investigación, se ha podido identificar antecedentes internacionales, nacionales y locales que ayudan a fundamentar el problema argumentado, en tanto a nivel internacional tenemos a: (Susunaga,2019), En su tesis titulada “Evaluación de la firmeza de un suelo areno arcilloso con refuerzos de fibras pet” cuenta con el siguiente objetivo general, Evaluar la capacidad de un suelo areno arcilloso al adicionar fibras PET como refuerzo. Y su metodología fue experimental cuantitativa, en el cual hace mención que Colombia tiene un alto consumo de pet el cual a la actualidad produce al año 10.037.500 toneladas y de manera diaria se producen 27.300 toneladas de desechos. La mayoría del material PET sin ningún tipo de uso, va con destino a los rellenos sanitarios donde son acumulados ocupando un gran espacio; resaltando así que este elemento tiene un tiempo aproximado de 100 años para degradarse.

(Méndez, 2018), en su tesis titulada, “Análisis De Un Producto Mediante El Uso De Polímeros Como Estabilizador Químico De Suelos Para La Construcción De Caminos No Pavimentados”, de la universidad de Guatemala San Carlos de Guatemala. La cual tuvo como objetivo general, el análisis del uso de productos a base de plásticos, como un producto químico para estabilizar, así mismo construir carreteras no pavimentadas. La metodología aplicada fue de manera comparativa. El autor concluyó que es muy probable hacer uso de un producto de forma limitada elaborado de polímeros como estabilizador químico.

(Ayala, 2017), realizó un estudio titulado, “Estabilización y Control de Suelos Expansivos Utilizando Polímeros”, de la casa de estudios Espíritu Santo, en el País de Ecuador. Y su objetivo general fue, lograr estabilizar de manera apropiada los suelos expansivos a través del uso de polímeros. La metodología aplicada para esta investigación fue analítica. Finalmente, la autora llego a la conclusión que, dada la situación del suelo y la naturaleza climática presentada al momento de proceder con el muestreo se logró recoger solo muestras alteradas, motivo por el cual no se ha podido realizar el ensayo de Lambe, debido que es necesario obtener muestras inalteradas para que se moldeen y se pueda proceder, por el mismo se desarrolló ensayos de expansión libre y controlada.

A nivel nacional, se citan estudios tales como, (Yampara Rina, 2019), en su investigación titulada, "Estabilización de suelos con arcilla mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019", el objetivo general, Estabilizar los suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca. En lo cual menciona: La construcción de carreteras se realiza en todo el país del mundo, contribuye de manera eficaz para el crecimiento y mejoramiento de la población. En muchas obras en la región de Puno, al momento de ejecutar un proyecto de vías cuentan con terrenos de fundación de baja capacidad portante, lo cual según el MTC plantea que debe ser mejorado y/o estabilizado. En la carretera Juliaca – Caminaca, progresiva Km 2+000 – 2+500, el suelo es arcilloso requiere ser mejorada ya que cuenta con una baja capacidad portante, se debe realizar con cualquier método sugerido presente tesis de investigación que es la estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca , o los métodos estipulados por el MTC.

Para Centurión Estefany (2019) en su tesis denominada "Propuesta de Diseño Geométrico Y Señalización De La Ruta 107 Tramo: Bocapan – Suarez – Bocana De La Red Vial Departamental Empalme PE – 1N" en las cuales encontramos en la vía diferentes factores que intervienen en el mal estado de la misma ; su propósito principal es ejecutar una propuesta de diseño geométrico y señalización vial para establecer la viabilidad de su perfección en el futuro y así poder cooperar en la solución vial a las primordiales dificultades que se muestran actualmente, concluyendo según AASHTO – 93 los espesores del pavimento según la guía se han desarrollado las pruebas de estudios de suelos logrando que las características del terreno entre ellas el CBR y la granulometría sean más desfavorable , accediendo a un diseño de una ; base de 12 "sub base granular de 8" y carpeta asfáltica de 4"; en relación a la señalización se obtuvo, 54 señales preventivas, 05 señales informativas y 19 señales reglamentarias. Así mismo dar una señalización adecuada a la vía, y evitar así futuros accidentes de tránsito fue eficaz diseñarla con apoyo del Manual de dispositivos de control de Tránsito 2016, finaliza en la zona está proyectado un estudio de tránsito para 20 años y se consiguió un IMDA de diseño de 216 veh /día y así cumpliendo con

todos los parámetros de diseño lo más apropiados recomendados por el MTC. (pág. 15).

(Calle y Arce, 2018), en su investigación titulada “Estabilización con Polímero Acrílico de la Subrasante de la Zona del Puente de Añas huayco para su uso como Base y Comparación Frente a un Pavimento Convencional”, de la universidad de Arequipa. La cual planteó el siguiente objetivo general. Demostrar las propiedades mecánicas mejoradas de la subrasante del puente Añas huayco para ser usada como base mediante el uso de polímero acrílico. La metodología aplicada fue una investigación experimental –operativa. Se concluyó en que los autores demostraron la mejora de la subrasante para ser usada como base, con un CBR aumentado hasta el 110% con una dosificación de 1/2 de polímeros en función a su contexto óptimo de humedad.

(Cuipal, 2018), en su tesis titulada “Analizar el Efecto que Causa la Adición de Polímero Sintético en la Estabilización de la Subrasante de Suelo Arcilloso, Carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas”, de la Universidad Cesar Vallejo. La cual planteó el siguiente objetivo general. Analizar el resultado de la adición de polímero sintético en la estabilización de la subrasante de suelo arcilloso, carretera, Amazonas Chachapoyas – huancas. La investigación no registra metodología. La autora concluyó que se demuestra parcialmente a la hipótesis que dice: la inclusión de los polímeros sintéticos a la subrasante de suelo arcilloso para mejorar sus propiedades incrementando su estabilidad. La estabilidad de un terreno tiende a depender de sus características físicas mecánicas, como el soporte a la deformación ante cargas vehiculares, la densidad y el grado de humedad. De acuerdo a los resultados se concluye que la inclusión del polímero sintético mejora en algunas propiedades físicas mecánicas del suelo, haciendo que sea regularmente estable.

(Márquez, 2019), En su tesis titulada “Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados pet en el distrito la encantada, provincia de Morropon – Piura 2019”, de la UNP, el cual tiene por objetivo. Mejorar las propiedades de terrenos con arcilla utilizando el plástico PET en el distrito La Encantada, provincia de Morropón, Piura, la metodología utilizada fué investigativo experimental, el autor menciona que; el Pet es conocido como un material termoplástico, los cuales pueden estar a temperaturas altas y bajas para ser fundidas e incluso moldeadas adquiriendo diferentes formas, la mayoría de estas son usadas

para la fabricación de envases, plásticos de ingeniería, fibras, entre otros materiales, eso quiere decir que son trabajables .

Asimismo, (De la Cruz, 2015), en su investigación titulado, “Análisis Comparativo de Mezclas Asfálticas Modificadas con Polímeros SBS y SB, con Agregados Provenientes de la Cantera de Tres Tomas – Ferreñafe”, de la universidad Señor de Sipán, en el distrito de Pimentel. La cual tuvo como objetivo general, el análisis comparativo de las mezclas asfálticas convencionales y con polímeros SBS y EVA, en su conducta mecánica. La metodología utilizada fue cuantitativo- cuasi experimental. El autor concluyó que con el ensayo desarrollado el cual se describen previamente en capítulos, ha logrado experimentar diseños de pavimentación modificada, el cual aplica cantidades porcentuales a las mezclas asfálticas y se describirán en las tablas de acuerdo la clase de Tránsito sean (Livianos y pesados). El porcentaje que se mencionará será óptimo para su eficiente aplicación del pavimento. Estos polímeros que se compararon con el diseño de pavimento convencional proporcionan un aumento de estabilidad en el pavimento, conservando el rango permisible del flujo de acuerdo la normativa.

Por último, (Flores,2019), en su tesis titulada, “Evaluación De La Adición De Fibras PET Provenientes Del Reciclaje De Botellas A La Subrasante Del Suelo, En El Área De Estacionamiento De La Clínica USAT, 2018-2019”, de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en la ciudad de Chiclayo. como objetivo general tuvo. Evaluar el efecto de la adición de plástico PET extraídos del reciclaje de botellas utilizadas tradicionalmente sobre las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos ubicados en la zona de estacionamiento de la Clínica USAT para su uso en subrasante en el periodo 2018-2019 I. La metodología utilizada fue experimental. El autor concluyó que, obtener los materiales PET de forma manual es un poco tedioso, puesto que, requiere mayor tiempo y un menor desempeño pese de ser más económico en S/1.63, pero, no es conveniente en lo que refiere al esfuerzo para las obras de grandes magnitudes debido a que demoraría mucho en la obtención de una cantidad indispensable de material para el proyecto.

En cuanto a las teorías relacionadas al tema, los polímeros son sustancias orgánicas químicas y algunos casos inorgánicos, que se clasifican según su origen donde encontramos polímeros naturales, polímeros semisintéticos y polímeros sintéticos,

para este proyecto se utilizaran los polímeros sintéticos que constan de poli cloruro (PCV) que son plásticos industriales, los cuales tienen una propiedad termoplástica que se endurecen con el frío y se diluyen con altas temperaturas.

Para el proyecto se recolectó material polímeros sintéticos sillas de plástico, botellas, tubos, lapiceros con un total de 10 kg, pero se clasificaron solo 5 kg de sillas de plástico las cuales fueron lavadas y desinfectadas para su posterior trituración.

Según MTC (2014), Define que granulometría, Se refiere a la partición del agregado con relación a su tamaño del que este posee a través del tamizado respecto a las especificaciones técnicas. Así mismo se logre apreciar, con mayor o menor acercamiento, el resto de propiedades que también puedan interesar (pág. 33).

Estabilización de suelos, es el perfeccionamiento de las propiedades físicas de un suelo mediante procesos mecánicos incorporando manufacturas químicos, naturales o sintéticos, esto se aplica para suelos de una subbase inadecuada o pobre, asimismo, pretende dar mejoramiento al material que ya existe en el suelo, sin tener que variar su estructura y composiciones básicas de los mismos. (El Manual de Carreteras, 2014, p.92-113). Asimismo, (Alarcón, Jiménez y Benítez, 2020), indicaron que, la estabilización de suelos tiende a mejorar propiedades físicas, mecánicas y de resistencia, con permanencia en el tiempo. Por otro lado, Garnica, Pérez, Gómez y Obil (2002), señalaron que, la ingeniería práctica la estabilización de los suelos, ha sido una técnica ampliamente utilizada para mejorar el comportamiento esfuerzo deformación de los suelos particularmente en las vías terrestres, Es indispensable hacer mención, lo señalado por (Solminihac, Echevarria y Thenoux, s/f) se debe considerar el clima, ya que éste puede limitar el uso de los estabilizantes, una vez que el tipo de estabilizante ha sido seleccionado para un determinado tipo de suelos.

Junco y Tejada (2011), indican que, El proceso de someter los suelos naturales a ciertos tratamientos para aprovechar sus mejores cualidades, se denomina suelos estabilizados ;de manera que puedan soportar las condiciones adversas de clima, y Ramos (2014), define al mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos , a la estabilización de suelos como-, por ende, (Rivera, Aguirre, Mejía y

Orobio, 2020), manifestaron que, con la estabilización de suelos se puede mejorar la resistencia al corte, aumentar la resistencia al ablandamiento por acción del agua, aumentar la capacidad de soporte del suelo nativo, proporcionar estabilidad volumétrica ya que se minimiza la permeabilidad del agua, disminuir la plasticidad y aumentar el peso unitario de los suelos tratados. Por ende, Ríos, Ruiz, Maduro y García (2010), infieren que, la formación y estabilidad de los suelos depende de una serie de factores de tipo biológico, físico y químico.

Tipos de estabilización de suelos, indica que, es necesario tener en cuenta los siguientes requisitos antes de aplicar alguno de ellos; el suelo debe emplearse como material básico, la proporción, material distinto a emplear, en tanto, las diferentes maneras de estabilización: Estabilización mecánica, con cemento, con cal, con sales, química, estabilidad volumétrica. (Arce y Calle, 2018, p.16).

Capacidad del suelo, refiere que, si un suelo cuenta con una adecuada capacidad de soporte, resistirá a los esfuerzos de corte, y si no cambia significativamente su conducta ante cambios de humedad, se determinará un suelo estable, se deben considerar 4 siguientes posibilidades; Usar como bajo aporte el material, sustituir el material, se debe estabilizar el suelo y/o debe realizarse la combinación de suelos. (Ángulo y Rojas, 2016, p.10).

Procedimientos de estabilización, una técnica para mejorar las propiedades ingenieriles de un suelo física o mecánicamente, es la estabilización es asimismo, Llanos, Ríos y Restrepo (2020), indican que, actualmente se utilizan lo más adecuados para el uso específico en carreteras, y de ser el más económico, entre ellos tenemos; Estabilización por medios mecánicos, con este método se pretende dar mejoramiento al suelo existente, sin tener que variar su estructuración, el método de la estabilización química están orientadas en la aplicación de productos químicos. Aplicar un estabilizador químico, tiene como prioridad la transferencia al suelo tratado, espesores definidos, propiedades tendientes para dar mejoramiento de sus propiedades de comportamiento. (Lomparte y Sánchez, 2019, pp. 26-28).

La fase sólida del suelo está compuesta de sustancias de diferente naturaleza química y mineralógica, de variada forma, tamaño y orientación, estas son parte de las

propiedades físicas del suelo . El comportamiento mecánico de la fase sólida del suelo determina, a su vez, las propiedades físicas del suelo, las cuales pueden ser divididas en dos grupos principales: a) Características físicas fundamentales y b) Características físicas derivadas. (Giménez, 2003, p.2); además (López y Estrada, 2015, p. 3), indican que, son aquellas que pueden observarse y/o medirse sin alterar químicamente la composición del suelo.

Polímeros, explica Galego, Chavati (2017), durante la tercera década del siglo XX se desarrollaron los Polímeros como Ciencia independiente y es una Ciencia frontera con campos como el biológico. Son también llamados “plásticos” (Hermida, 2011, p. 40); por otro lado, (Arce y Calle, 2018, p.15), indican que los polímeros son determinados como macromoléculas, específicamente orgánicos; estas están constituidas por más de una clase de monómero, el cual se llaman homopolímeros. Al aplicar estas en carreteras que su finalidad es incrementar la estabilidad de agregados y disminuir las dispersiones de las arcillas. Asimismo, Rubio y Ruiz (2014), indicaron que, incluir polímeros al mercado como compuestos químicos permiten el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de diversos materiales. Además, Mora y Tiusaba (2020), indicaron que, son macromoléculas que están conformadas por moléculas más pequeñas, unidas mediante enlaces covalentes, a eso se le llama polímeros.

La ingeniería civil, particularmente en el área de suelos, la mayoría de los productos poliméricos son acetato de vinilo o copolímeros basados en acrílico; no obstante, una gran cantidad de investigaciones están dirigidas al estudio del cemento, la cal, la mosca ceniza y otros estabilizadores tradicionales la técnica de estabilización con polímeros es muy utilizada para mejorar su comportamiento, esfuerzo y deformación. Serrano y Padilla (2018).

Los altos polímeros artificiales, sin que se destruyan de manera apreciable su naturaleza macromolecular se obtienen por transformación química de los altos polímeros naturales. López, Hernández, et al (2010).

Las propiedades de los polímeros, explica Aguilar y Borda (2014), que se influyen por la estructura interna y las fuerzas intermoleculares de los monómeros que los constituyen. Además, Chavarría (2011), señala que, muchas veces se le expone a su

degradación y con ello la pérdida de sus principales funciones ecosistémicas y su capacidad productiva por no conocer las propiedades físicas que posee un suelo.

Clasificación de los polímeros, clasifican a los polímeros de la siguiente manera: según su composición son llamados Homopolímeros y copolímeros (esto quiere decir que está formado por dos o más monómeros), según su estructura, cuando se trata de la unión de monómeros por dos sitios se les llama lineales y ramificados si algún monómero se une por 3 o más sitios, según su origen, pueden ser naturales o artificiales, por su comportamiento frente al calor. (López, Hernández, Horta, Coronado y Castaño, 2010, p. 161)

Las propiedades físicas-mecánicas del suelo, Novillo, Carrillo, et al (2018), señala que, el suelo, es sometido de manera constante al proceso de destrucción y degradación por ser un recurso natural no renovable y su regeneración es muy lenta. Por ende, puede ocasionar cambios en las bases, esto dependerá de la naturaleza del suelo como de los cationes permutables. (Leoni, 2015, p.23).

La ciencia que estudia las características físicas, procesos de intercambio de energía y material de los suelos corresponde a la ciencia física de los terrenos. Sin embargo, actualmente no se conoce los aspectos físicos, en tanto, estas propiedades estudiadas se clasifican en dos clases, densidad real, y aparente. Beltrán (2018).

Composición del suelo, se debe considerar que se da por materiales sólidos, agua y aire, comenzando por sus propiedades físicas que serán conocidas. La etapa sólida engloba al volumen mayor, en algunos casos el 50% del suelo superficial, y se compone por mezclas de partículas inorgánicas y orgánicas cuya medida e forma tienen la probabilidad de variar. Las propiedades presentan variaciones de acuerdo su contexto de humedad de los suelos, el nivel de su estructura sea determinado cuando el suelo no se encuentre muy seco o húmedo. Los suelos pueden constituirse, por diferentes estratos, y específicamente cada uno cuenta con propiedades físicas y químicas distintas. Por último, determina que las consistencias, son características físicas que maneja las fuerzas de cohesión – adhesión, las cuales tienden a ser responsables de la resistencia del suelo, por ende, se debería manifestar en términos secos, húmedos y mojados la consistencia (Grisales, 2014, pp.2-10).

Fundamentos de la ingeniería geotécnica, menciona que, el suelo es un material trifásico, el cual está conformado por partículas sólidas, acorralado por espacios de aire y agua llenos” (Das, 2015, p.1) tal indicado en la figura.

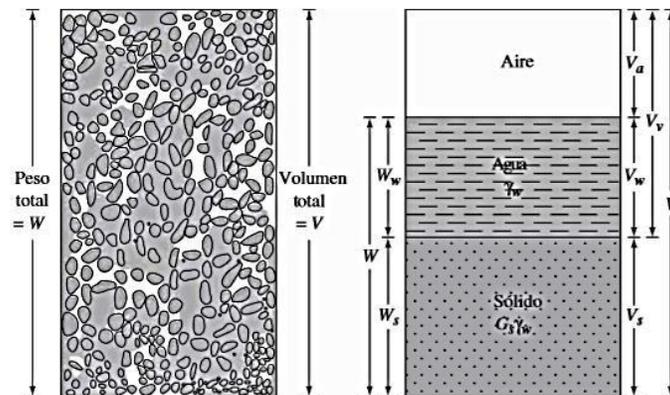


Figura 1. Elemento suelo en estado natural y sus fases.

Fuente: Fundamentos de la ingeniería geotécnica (Das, 2015).

El presente estudio, ha identificado una problemática de mayor relevancia social, puesto que existe un alto porcentaje de carreteras en deplorable situación, por ende, lo que se desea lograr es el mejoramiento del mismo, aplicando polímeros, y generar en la sociedad un beneficio, puesto que, con el tema propuesto se logrará una mejor dispersión vehicular, con intervención del Estado, quien es el primer ente público que tiene la responsabilidad de responder por daños generados a raíz de una mala o ausente infraestructura vial. Dicha realidad no es ajena para la sociedad, debido que, todos pueden evidenciar los diferentes deterioros que esta sufre y el cual a largo plazo afecta a una determinada población. Ante este problema, se busca alternativas de solución eficientes que sean de impacto positivo ante la sociedad.

Resalta la importancia que tiene la ejecución de una obra, en realizar costos unitarios y dar una relación en cuanto a especificaciones técnicas, en cambio para lograr un estudio de costo, lo cercano a la situación es que debe ser ejecutado por una persona con práctica en este tipo de obras con el propósito de que se tome en cuenta el importe y en forma óptima, todos los aparatos que se solicitan para dar inicio a la obra. Se concreta un estudio de costo a una determinada sumatoria de recursos, como también a los aportes de mano de obra, materiales, equipos perjudicados por su precio unitario

correspondiente lo cual determinaría un costo total por unidad de dicha medida de las partidas realizadas que podrían ser en (m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>, kg, etc.) (Salinas, 2015, Pág. 31).

**Finalmente se presenta el marco conceptual con los términos más usados que delimitan la investigación:**

**Botellas de plástico:** Es un envase liviano bastante usado en el comercio de bebidas líquidas como lácteos, bebidas o limpia hogares. frente al vidrio presenta ventajas en cuanto a costo y además presenta versatilidad de moldeado.

**Calicatas:** Son fosas realizadas mediante medios mecánicos convencionales, que permiten la observación directa del terreno a cierta profundidad, así como la toma de muestras y la realización de ensayos en campo.

**CBR:** California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos. Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

**Clasificación de suelos AASHTO:** Son considerados mediante distintos criterios: su evolución, composición, capacidad de uso en agricultura y textura, entre otros. Las partículas minerales que forman el suelo tienen diferentes grandezas y se llaman arena, limo y arcilla, de mayor a menor

**Contenido de humedad:** es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}^*$

**El precio unitario:** se saca de cada material, donde se obtiene directamente de cotizaciones directas del mercado de estos materiales.

**Granulometría:** Permite conocer la medida de los granos de los sedimentos. Mediante el análisis granulométrico se puede obtener información importante como: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica.

**Límites de atterberg:** son parte de los estudios de suelos normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS)

**Plástico reciclado:** Básicamente es recolectar, limpiar, seleccionar por tipo de material y fundirlos de nuevo para usarlo como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeado de otros productos.

**Polímeros artificiales:** Fueron creados por el hombre para satisfacer necesidades concretas son obtenidos industrialmente mediante el manejo de monómeros orgánicos. Por ejemplo: el teflón, el nylon, el polietileno, el cloruro de polivinilo (PVC).

**Proctor Modificado:** Se emplea para determinar la relación densidad seca – humedad de compactación de los materiales a utilizar en explanadas y en capas de firmes, y como referencia para el control de calidad de la compactación en obra.

**Reciclaje:** “Proceso de recuperación de elementos físicos o químicos aún útiles, provenientes de materiales que han servido para un propósito específico y que pueden volver a ser usados para el mismo u otro propósito, el reciclaje consiste en convertir materiales ya utilizados en materia prima para fabricar nuevos productos”.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de la Investigación.

##### Tipo de Investigación.

La investigación, fue de tipo aplicada, puesto que, dará una solución a los problemas existentes, y una serie de problemas encortas en el proyecto (Hernández, 2014). Explica que los estudios de carácter aplicativo, estudian propiedades, diversas características, grupos, así como también, objetos y otros fenómenos vulnerables a evaluación. Es decir, son aquellos que pretenden medir o recoger información.

## **Diseño de Investigación.**

Esta investigación es experimental porque existe manipulación de variables y transversal porque esta se realiza en un tiempo único.

### **3.2 Variables y operacionalización.**

Identificación de variables.

Aplicación de Polímeros Artificiales (V.I)

#### **Definición Conceptual**

El resultado la obtención de los altos polímeros artificiales, será por la transformación química de los altos polímeros naturales sin que se destruyan de manera apreciable su naturaleza macromolecular. López, Hernández, et al (2010).

#### **Definición Operacional**

Con respecto a recolección de polímeros artificiales son sustancias orgánicas químicas y algunos casos inorgánicos, que se clasifican según su origen donde encontramos polímeros naturales, polímeros semisintéticos y polímeros sintéticos, para este proyecto se utilizarán los polímeros artificiales que constan de poli cloruro (PVC) que son plásticos industriales, los cuales tienen una propiedad termoplástica que se endurecen con el frío y se diluyen con altas temperaturas.

#### **Indicadores.**

- ✓ Reciclaje de plástico.
- ✓ Selección de plástico.
- ✓ Lavado y secado de plástico.
- ✓ Trituración de plástico.
- ✓ Peso del plástico.

#### **Escala de medición.**

- ✓ De razón.

Estabilizar el suelo en carretera no pavimentada (V.D)

#### **Definición conceptual**

se denomina la estabilización de un terreno la relación de dotar a los mismos de resistencia mecánica que permanezca a lo largo del tiempo, a esto. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación. (Nesterenko, 2018)

## **Definición Operacional**

La subrasante de un suelo natural, puede presentar diversas variaciones en cuanto a su resistencia, en la cual abarca gran importancia de sus propiedades físicas y mecánicas, de la misma manera en el presente proyecto se realizará un análisis de costo para la estabilización del suelo. Indicadores

- ✓ Propiedades físicas.
- ✓ Propiedades Mecánicas.
- ✓ Evaluación de costos.

Escala de medición.

- ✓ De intervalo

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Población, se refiere a un conjunto de personas, cosas, y/o elementos, que tienen partículas en común, el cual permite ser objeto de estudio.

La población tiene una longitud de 4 Km, que concierne a la carretera no pavimentada de Rama Guzmán.

Criterios de inclusión:

- Suelo arcilloso en la carretera no pavimentada de Rama Guzmán y el cual están comprendidos en los tramos antes señalados.

Criterios de exclusión:

- Los demás suelos no considerados para el estudio.

#### **Muestra**

La muestra está constituida, por la subrasante de la carretera no pavimentada-Rama, el tramo de muestra consta entre 0+000-0 al Km 0+759.40, tiene un contenido de arcilla, por lo que es considerado como el más crítico para la realización de calicatas, para obtención de las muestras.

#### **Tamaño de la muestra:**

El tamaño de la muestra se refiere donde se requiere mayor detalle en los estudios según la naturaleza del suelo, se tomará la delimitación de la zona, en este caso los valores respectivos de los ensayos serán solo válidos para dicho sector.

Se ubicó los tres puntos diferentes en el tramo más crítico de la carretera, para esta investigación, con el objetivo de encontrar el tipo de suelo que cumpla con las características en sus propiedades geotécnicas adecuadas para una buena investigación.

**Muestreo:**

El muestro de esta investigación es de tipo no probabilístico, ya que la muestra no fue designada al azar. Se eligió buscando el tramo más crítico.

Unidad de análisis:

La subrasante de la carretera no pavimentada-Rama, el tramo de muestra consta entre 0+000-0 al Km 0+759.40.

**3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Tabla 1.- Técnicas e instrumentos

<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Técnica de recolección y clasificación de polímeros.	Balanza , wincha
Técnica de laboratorio	Laboratorio (Fichas de granulometría, fichas de límites líquido y plástico, fichas de proctor y CBR) (Tamiz, Tara, Balanza, Moldes, etc)
Técnica de recolección de datos y procesamiento.	Google Earth, Aashto 93, excell.

Fuente: Elaborado por los investigadores.

**3.5 Procedimiento**

Lo primero que se realizó es la recolección de los materiales PET, donde se llevó a cabo la selección y clasificación del material PET, para su posterior lavado y triturado, como segundo punto se sustrajo muestras de suelo in-situ, excavaron 3 calicatas a 1.50 m de profundidad, las cuales fueron procesadas en el laboratorio de suelos, como tercer punto se mezcló el material natural, con el material artificial para mejorar su capacidad portante del suelo y finalmente se realizó el costo del proyecto.

Con las muestras tomadas en campo, se realizaron los estudios de mecánica de suelo donde nos dieron los resultados de la granulometría, contenido de humedad, límites de atterberg, clasificación aastho, proctor modificado y cbr, donde se evaluó las propiedades físicas del suelo.

Las propiedades mecánicas los polímeros generan un aporte al cuidado del ambiente en relación su contaminación, es por ese motivo que se ha considerado en esta investigación utilizar los polímeros PET, como adición para la estabilización del suelo arcilloso, de la cual se realizó distintitos ensayos en laboratorio como lo es el proctor, Cbr y el ensayo de expansión para la mezcla del suelo natural y adicionalmente el plástico con una adición de 10%, 15% y 20% de polímeros PET.

Se culmina con respecto a la evaluación de costos se hace un análisis comparativo de precios unitarios, de un mejoramiento de suelo y una estabilización, donde se sabe cuál es rentable económicamente.

### **3.6 Métodos de Análisis de Datos.**

Para evaluar los datos obtenidos, mediante los instrumentos antes mencionados y poder contrastar la hipótesis de estudio destacando su validez y confiabilidad, se utilizará la estadística descriptiva mediante el cual se aplicará programas estadísticos tales como Microsoft Excel 2016, para el análisis de costos unitarios el para luego realizar una interpretación apropiada de los resultados del estudio.

### **3.7 Aspectos Éticos.**

Es menester, hacer mención que el proyecto de investigación se encuentra rigurosamente enfocado, en función a valores y principios éticos, que brindan confidencialidad de la información, integridad de los informantes, exclusividad, confiabilidad, y veracidad que, la información y resultados recolectados han sido producto de un trabajo de campo, así como también de un análisis observacional, contando en todo momento con el respaldo de fuentes que cuentan con información pertinente a lo desarrollado. Además, respetando las normativas que rigen. Así como la norma de cita bibliográfica (ISO 690), con el objeto de mantener la transparencia de los derechos de autor.

#### IV. RESULTADOS

Del objetivo N°1.- Determinar el diagnóstico de la situación actual en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.

Tabla 2.- Inventario Vial

INVENTARIO VIAL	
Condiciones Iniciales del Proyecto	
SUPERFICIE	SIN AFIRMAR
TIPOLOGÍA	Tipo 1- plano
CARRETERA	0+000-0+800 KM
<b>1. Características de la Vía y Pavimento</b>	
Longitud (km)	800m
Tipo de Material de Superficie	Tierra
Ancho de Calzada (m)	8 -10 m
Estado de Conservación	Regular
Tipo de daño	Sección Transversal Inadecuada, Baches, hundimientos
Pendiente (%)	2%
Bombeo	No
N.º De canteras	00
Señalización	No
<b>2. Obras de Arte.</b>	
. Nº. Puentes y luz (m)	00
Estado de Conservación	-
. Nº Pontones - y luz(m)	00
Estado de Conservación	-
. Badenes	00
Estado de Conservación	-
. Muro de Sostenimiento (h<4m)	00

Estado de Conservación	-
<b>3. Drenaje</b>	
. Alcantarillas de TMC 24"	00
Estado de Conservación	-
Estado de Conservación	-
. Cunetas sin revestir	00
Estado de Conservación	-
. Canaleta de Coronación	00
Estado de Conservación	-
<b>4. Impacto Ambiental</b>	
Zona de Botaderos	01
<b>Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC</b>	

- ✓ Con respecto al primer objetivo se encontró el tramo de la vía en estado regular de transitabilidad.

Del objetivo N° 02, en el cual menciona: Determinar el porcentaje de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.

Tabla 3.-Tipo de polímeros, Chiclayo .2021

<b>Tipos de polímeros</b>	
<b>Identificación de Polímeros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polietileno de baja densidad (PEBD)</li> <li>• Polietileno de alta densidad (PEAD)</li> <li>• Policloruro de vinilo (PVC)</li> <li>• Polipropileno (PP)</li> <li>• Poliestireno (PS)</li> <li>• Polietileno tereftalato (PET) y Otros</li> </ul>

Fuente: elaborado por los investigadores.

Tabla 4.-Estructura del polímero, Chiclayo.2021

Estructura del polímeros		
Artificial	Semi-artificial	Natural

Fuente: elaborado por los investigadores.

Tabla 5.- Obtención del Pet, lavado y secado, Chiclayo 2021

Obtención del PET, lavado y secado.	
Triturado	Lavado y secado
se colocan las botellas de plástico dentro del tambor de la máquina trituradora, se procedió a realizar un proceso de tamizado de polímeros se usaron mallas de 1/2", 3/8", N°4 y N°200	se encontraron una serie de botellas sucias por el hecho de ser recolectadas manualmente, por consiguiente se procedió su lavado y secado, para

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 6.- Porcentaje de materiales utilizados al 1%, 3% y 5% Chiclayo. 2021

PET	Materiales	Peso
1 %	Terreno Natural	5.90 kg
	PET	5.9 gr
3%	Terreno Natural	5.90 kg
	PET	17.7 gr
5%	Terreno Natural	5.90 kg
	PET	29.5 gr

Fuente: elaborado por los investigadores.

Tabla 7.- Porcentaje de materiales utilizados al 10%, 15% y 20% Chiclayo. 2021

PET	Materiales	Peso
10 %	Terreno Natural	5.90 kg
	PET	59.00gr
15%	Terreno Natural	5.90 kg
	PET	88.5 gr
20%	Terreno Natural	5.90 kg
	PET	118.00 gr

Fuente: elaborado por los investigadores.

Para el segundo objetivo se recolecto muestras de las 4 calicatas extraídas del proyecto, para el EMS y 10 kg de material pet, los cuales fueron clasificados, lavados, triturados y secados, donde se tomó como muestra 5.90 kg para cada estudio físico del suelo, y para el estudio químico se tomó el 1%, 3%, 5%, 10%, 15% y 20% me material PET.

Por otro lado, con respecto a la hipótesis mencionada, al y trabajar con polímeros artificiales se creyó conveniente hacer la recolección de botellas en cantidades tal dado que será nuestra única fuente de material disponible para lograr nuestro objetivo.

Sobre el Objetivo N° 03, en el cual se plantea: Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades físicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.

### Ensayo de Granulometría:

Tabla 8.- Granulometría del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021

CALICATA	PROGRESIVA (KM)	LADO	DATOS		CLASIFICACIÓN	
			M	PROF (m)	SUCS	AASHTO
C-01	0+050	D	M-1	0.00 - 0.50	NP	NP
C-01	0+050	I	M-1	0.50 - 1.50	CH	A-7-6 (18)
C-02	4+550	D	M-1	0.00 - 1.00	NP	NP
C-02	4+550	I	M-1	1.00 - 1.50	CH	A-7-6 (15)
C-03	8+560	D	M-1	0.00 - 0.60	NP	
C-03	8+560	I	M-1	0.60 - 0.90	ML	A-4 (8)
C-03	8+560	D	M-1	0.90 - 1.50	CH	A-7-6 (15)

Fuente: Elaborado por los investigadores de los resultados de laboratorio de suelos

### Límites de consistencia:

Tabla 9.- Parámetros físicos del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.

Muestra	Profundidad	SUCS	LL%	LP%	IP
<b>M -01</b>	0.50-1.150	CH	52.14	22.61	29.53
<b>M-02</b>	1.00-1.50	CH	53.71	22.37	31.35
<b>M-03</b>	0.60-0.90	ML	18.22	15.07	3.15
<b>M-03</b>	0.90-1.50	CH	55.83	22.06	33.77

Fuente: Elaborado por los investigadores de los resultados de laboratorio de suelos

### Ensayos de CBR :

Tabla 10.- CBR del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca - Rama Guzmán-Chiclayo 2021.

Muestra	C.B.R ( 100%)	C.B.R ( 95%)
<b>M - 01</b>	5.15	4.00
<b>M-02</b>	5.25	4.10
<b>M-03</b>	5.35	4.10

Fuente: Elaborado por los investigadores de los resultados de laboratorio de suelos.

### Ensayo de proctor:

Tabla 11.- Proctor del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca - Rama Guzmán-Chiclayo 2021.

Muestra	MDS	OCH
<b>M - 01</b>	17.21	1.64
<b>M-02</b>	16.35	1.66
<b>M-03</b>	15.38	1.68

Fuente: Elaborado por los investigadores de los resultados de laboratorio de suelos

### Contenido de humedad:

Tabla 12.- Contenido de humedad del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.

<b>CALICATA / TRINCHERA</b>	<b>C - 01</b>	<b>C - 02</b>	<b>C - 03</b>	<b>C - 03</b>
<b>MUESTRA</b>	M - 01	M - 01	M - 01	<b>M - 02</b>
<b>PROGRESIVA</b>	---	---	---	---
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.50 - 1.50	1.00 - 2.50	0.60 - 0.90	<b>0.90 - 1.50</b>
<b>Nº Recipiente</b>	26	16	32	<b>14</b>
<b>Peso Suelo Húmedo + Recipiente</b>	1392.00	1074.00	898.00	<b>945.00</b>
<b>Peso Suelo Seco + Recipiente</b>	1231.00	977.00	832.00	<b>774.00</b>
<b>Peso del Agua</b>	161.00	97.00	66.00	<b>171.00</b>
<b>Peso Recipiente</b>	116.00	104.00	136.00	<b>113.00</b>
<b>Peso Suelo Seco</b>	1115.00	873.00	696.00	<b>661.00</b>
<b>Porcentaje de Humedad</b>	<b>14.44%</b>	<b>11.11%</b>	<b>9.48%</b>	<b>25.87%</b>

Fuente: Elaborado por los investigadores de los resultados de laboratorio de suelos

En cuanto a la tercera hipótesis, la propiedad física del suelo se encuentra en óptimas condiciones, o será necesarios estabilizarlos para que cumpla una función óptima. según los estudios del laboratorio de suelos se obtuvo que se las propiedades físicas del suelo cuentan con una baja capacidad portante, es por ello que es necesario hacer una estabilización, por lo tanto, si influye considerablemente la aplicación de polímeros artificiales.

En cuanto al cuarto objetivo: Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades mecánicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021

Tabla 13.- CBR con polímeros al 1%, 3%, 5% del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021

Muestra	% polímero	C.B.R ( 95%)	CON POLIMEROS
<b>M - 01</b>	1%	4.00%	4.20%
<b>M-02</b>	3%	4.10%	4.30%
<b>M-03</b>	5%	4.10%	4.50%

Fuente: Elaborado por los investigadores de los resultados de laboratorio de suelos

Tabla 14.- Proctor al 1%, 3%, 5% del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021

Muestra	% polímero	MDS	OCH
<b>M - 01</b>	1%	17.21	1.64
<b>M-02</b>	3%	16.35	1.66
<b>M-03</b>	5%	15.38	1.68

Fuente: Elaborado por los investigadores de los resultados de laboratorio de suelos

Se realizaron los estudios necesarios donde se obtuvo un resultado de CBR del suelo extraído en el lugar de estudio, así mismo los resultados indicaron que el proyecto cuenta con un suelo de muy baja capacidad portante, puesto que se obtuvo un cbr de 4.00 % y 4.10 % para lo cual se decidió estabilizar el suelo con material PET, al 1%, 3% y 5% pero se comprobó que el porcentaje es muy bajo, para el mejoramiento de la estabilización del suelo y por ello se realizó el estudio con otro porcentaje de material PET al 10%, 15% y 20 %.

Tabla 15.- Resultados del ensayo C.B.R. al 10%, 15 % y 20 % del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021

Muestra	% polímero	C.B.R ( 95%)	CON POLIMEROS
<b>M - 01</b>	10%	4.00%	10.70 %
<b>M-02</b>	15%	4.10%	11.25%
<b>M-03</b>	20%	4.10%	15.30%

Fuente: Laboratorio de suelos

Tabla 16.- Resultados del ensayo proctor al 10%, 15 % y 20 % del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021

Muestra	% polímero	MDS	OCH
M - 01	10%	17.21	1.68
M-02	15%	16.35	1.70
M-03	20%	15.38	1.73

Fuente: Laboratorio de suelos

Tabla 17.- Resultados de ensayo con expansión del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021

Muestra	PET	Rango
M - 01	10 % polímeros	Medio
M - 02	15% polímeros	Alto
M - 03	20 % polímeros	Eficiente

Fuente: Elaborado por los investigadores de los resultados de laboratorio de suelos

Al realizar el estudio de suelos se comprobó que al incrementar el porcentaje al 10%, 15% y 20% se logró estabilizar el suelo aumentando la capacidad portante el suelo al 10.70 , 11.25 y 15.30 del terreno natural.

Con respecto a la cuarta hipótesis. La cantidad óptima de plástico reciclado triturado – PET **no** influye en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante.

La cantidad óptima de plástico reciclado triturado – PET **si** influye en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante.

**La aplicación de polímeros si** influyeron considerablemente en las propiedades mecánicas del suelo, puesto que ayudo a mejorar la capacidad portante, puesto que la capacidad portante del suelo natural cuenta con una capacidad portante baja, y al agregar los polímeros artificiales, se logró su estabilización del terreno.

Con respecto al quinto objetivo: Determinar la influencia de la aplicación de polímero artificial en el análisis de costos unitarios para la estabilización del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.

Se realizó un comparativo de evaluación de costos para el mejoramiento del suelo mediante estabilización con Polímeros artificiales (PET) como para estabilización con cemento, para así comparar cual es más económico: El ACU para estabilización de suelos con polímeros artificiales es S/. 17, 478. 217nuevos soles. Y para estabilización con cemento es de S/. 69,671.92 nuevos soles. Por lo consiguiente queda demostrado que hacer una estabilización de suelos con Polímeros artificiales (PET) resulta muy económico.

## V. DISCUSIÓN

1. De acuerdo al objetivo específico 1.- Determinar el diagnóstico de la situación actual en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021, el resultado fue existen tramos que no se encuentran en óptimas condiciones de transitabilidad, tramos con fallas de hundimiento, no cuenta con ningún tipo de estudio de ingeniería básica, no cuenta con señalización y no cuenta con ningún tipo de mantenimiento.

Para CENTURIÓN Estefany (2019) en su investigación denominada “propuesta de diseño geométrico y señalización de la ruta 107 tramo: bocapan – Suarez – bocana de la red vial departamental empalme PE – 1N” dentro de las cuales cuentan con diferentes factores que se involucran en el inadecuado estado de la vía, el principal objetivo es efectuar la propuesta de diseño geométrico y señalización vial así mismo mejorar la viabilidad de su perfección en los próximos años así mismo aportar en la solución viario frente a los obstáculos que se muestran actualmente, así mismo menciona sobre el nivel de estudio preliminar lo cual muy importante para estimar cada una de las propuestas y poder seleccionar la ruta en mejor condiciones y por ende realizar los estudios preliminares de topografía.

Se puede concluir que lo antes mencionado es adecuado, debido que se realizó y comprobó, que la configuración de la poligonal base está comprendida por el nivel de estudio preliminar, adicionalmente a ello se determina los factores del diseño de la vía, el cual estará plasmado en un plano topográfico.

2. En cuanto al segundo objetivo; Determinar el porcentaje de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021. El resultado fue la clasificación y la identificación del material PET artificial, donde se tomó el 1%, 3%, 5%, 10%, 15% y 20% me material PET.

Para, (Flores,2019), en su tesis titulada, “Evaluación De La Adición De Fibras PET Provenientes Del Reciclaje De Botellas A La Subrasante Del Suelo, En El

Área De Estacionamiento De La Clínica USAT, 2018-2019”, El autor utilizo 22.60 kg de material PET triturado del total, los cuales fueron tamizados y pasaron por la malla ½”, 3/8”, 4” y la malla 200, donde utilizo el 2% de material PET para sus ensayos.

En consecuencia, estamos totalmente de acuerdo debido a que en dicha tesis lo primero que realizo es la clasificación del material, y la realización del tamizado para la clasificación del PET, para luego tener un porcentaje y esta ser mezclado con el terreno natural, para la estabilización del suelo.

3. En cuanto al tercer objetivo: Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades físicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021, los ensayos de laboratorio de estudio de mecánica de suelos se realizaron con fines de pavimentación. El cual demostró que el suelo requiere de una estabilización del suelo, puesto que su capacidad portante del suelo es muy baja.

(Márquez, 2019), En su tesis titulada “Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados pet en el distrito la encantada, provincia de Morropon – Piura 2019”, Márquez anteriormente al proceso de la mezcla con material PET, realizo 3 calicatas en el tramo de su proyecto en el cual hizo sus ensayos de laboratorio para saber de la capacidad portantes del suelo , así mismo ver necesita un mejoramiento o una estabilización del suelo, y poder determinar el porcentaje de PET utilizara.

Estamos de acuerdo con la tesis del autor Márquez, puesto que para realizar la mezcla de terreno natural y Material PET, es necesario saber el tiempo de suelo, y la capacidad portante del mismo, para así determinar el porcentaje de polímero que se utilizara.

4. En cuanto al cuarto objetivo: Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades mecánicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021. Se realizó estudios de laboratorio para la aplicación de polímeros con el terreno natural, se realizó al 1%, 3% y 5% y con esto no se logró estabilizar el suelo es por ello que se optó por hacer al 10% 15% y 20% de polímeros artificiales, el cual si cumplió con la estabilización necesaria.

(Ángulo y Rojas, 2016, p.10). indica que la capacidad del suelo, refiere que, si un suelo cuenta con una adecuada capacidad de soporte, resistirá a los esfuerzos de corte, y si no cambia significativamente su conducta ante cambios de humedad, se determinará un suelo estable, se deben considerar 4 siguientes posibilidades; Usar como bajo aporte el material, sustituir el material, se debe estabilizar el suelo y/o debe realizarse la combinación de suelos.

En consecuencia, estamos de acuerdo puesto que el suelo determinara, si el suelo requiere mejoramiento o no, y la cantidad de polímeros o el porcentaje que se utilizara para lograr su estabilización.

5. En cuanto al quinto objetivo. - Determinar la influencia de la aplicación de polímero artificial en el análisis de costos unitarios para la estabilización del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021, El ACU mejorar el suelo mediante la estabilización utilizando polímeros artificiales S/. 17,478. 217 nuevos soles. Y para Estabilización con cemento es de S/. 69,671.92 nuevos soles. Por lo consiguiente queda demostrado que hacer una estabilización de suelos con Polímeros artificiales (PET) resulta muy económico.

Para Salinas, 2015. Resalta que es indispensable para la ejecución de una obra, realizar costos unitarios y dar una relación en cuanto a especificaciones técnicas, a diferencia que, para conseguir un estudio de precio, lo cercano es se debe ejecutar este tipo de obra por un profesional con práctica, con el propósito de que se considere el importe y de manera perfecta, todos los aparatos necesarios para iniciar la obra. Se concreta una determinada sumatoria de recursos para un estudio de costo, como también a los aportes de materiales, equipos y mano de obra perjudicados por su costo unitario respectivo lo cual concluiría un costo total por unidad de dicha disposición de las partidas realizadas que podrían ser en (m3, m2, kg, etc.) .

Como consecuencia nosotros estamos de acuerdo con Salinas puesto que un análisis de costos unitarios, determina la sumatoria de recursos como son mano de obra, materiales y herramientas, la cual la suma de las partidas nos genera el presupuesto directo.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Con el Diagnostico de la situación actual concluimos que la carretera en estudio está en condiciones irregulares, el cual no permite una óptima transitabilidad vehicular.
2. Se debe recolectar el material de polímeros y antes de ser mezcladas con el terreno natural se debe clasificar, ser lavado, triturado y secado para libre de todas las impurezas.
3. Según los estudios de mecánica de suelos efectuados, se obtuvo que se la propiedad física del suelo cuenta con una baja capacidad portante, es por ello que es necesario hacer una estabilización, por lo tanto, si influye considerablemente la aplicación de polímeros artificiales.
4. Se realizaron dos estudios de laboratorio, al realizar el estudio de suelos se comprobó que al incrementar el porcentaje al 10%, 15% y 20% se logró estabilizar el suelo aumentando la capacidad portante el suelo al 10.70, 11.25 y 15.30 del terreno natural.
5. El ACU para Estabilización de suelos con Polímeros artificiales artificiales S/. 17,478. 217 nuevos soles. Y para Estabilización con cemento es de S/. 69,671.92 nuevos soles. Por lo consiguiente queda demostrado que hacer una estabilización de suelos con Polímeros artificiales (PET) resulta muy económico.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda hacer un diagnóstico de la situación actual para conocer el estado actual y características de operabilidad de la carretera.
2. Es recomendable realizar una clasificación de polímeros, para saber qué tipo de material necesitaremos para el uso en la estabilización de suelos.
3. Se recomienda realizar un estudio de mecánica de suelos, para la identificación del suelo, y así poder determinar si es suelo bueno o malo, ya que de esto dependerá si requiere estabilización y el tipo de estabilización que se realizará.
4. Se recomienda hacer más de una vez el estudio con PET, para así poder determinar la mejora del suelo natural.
5. Se recomienda, hacer una estabilización con polímeros pet, puesto que una estabilización duradera y económicamente viable.

## REFERENCIAS

1. ALARCÓN, J. Jiménez, M y Benítez, R. Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. [en línea]. 2020. vol.35 no.1, p6. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071850732020000100005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732020000100005)
2. AGUILAR, Catherine y Borda, Yeraldi. Revisión del estado del arte del uso de polímeros en la estabilización de suelos. [en línea]. 2014. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3923/Bordayeraldin2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. AYALA, Génesis. Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros. Tesis de pregrado. Samborondón. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en:  
[file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla8188.6810/TESIS%20GENESIS%20AYALA.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla8188.6810/TESIS%20GENESIS%20AYALA.pdf)
4. ÁNGULO, Diego y Rojas, Hember. Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del Suelo en la AA.HH. EL Milagro, 2016. [en línea]. 2016. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en:  
[file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla6932.1323/ANGULO-ROJAS-1-Ensayo-Trabajo-TEORIA%204.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla6932.1323/ANGULO-ROJAS-1-Ensayo-Trabajo-TEORIA%204.pdf)
5. BELTRÁN, José. Propiedades físicas de los suelos, un recurso natural prestador de servicios biológicos y ambientales. Universidad Autónoma de Sinaloa. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en:  
[file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ARTICULO%20DE%20PROPIEDADES%20DEL%20SUELO%2003\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ARTICULO%20DE%20PROPIEDADES%20DEL%20SUELO%2003(1).pdf)
6. CALLE, Solanchs y Arce, Moisés. Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en:

- file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\$Dla8188.19277/Estabilización%20con%20polímero%20acrílico%20de%20la%20subrasante.pdf
7. CUIPAL, Betty. Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta 25 de septiembre de 2020]. Disponible en: file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\$Dla8188.19647/Estabilización%20de%20la%20subrasante%20de%20suelo%20arcilloso%20con%20uso%20de%20polímero%20sintético.pdf
  8. CHAVARRÍA, Francisco. Edafología 1. [en línea]. 2011. [Fecha de consulta 29 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>
  9. DAS, Braja. Fundamentos de ingeniería geotécnica. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta 25 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ralvmrz/fundamentos-de-ingeniera-geotcnica-braja-m-das>
  10. DE LA CRUZ, Juan. Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBS y SB, con agregados provenientes de la cantera de tres tomas – Ferreñafe. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta 25 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://200.60.28.26/bitstream/handle/uss/1063/INGENIER%c3%8dA%20CIVIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  11. Flores, Paola. Evaluación de la adición de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la clínica USAT, 2018-2019. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta 25 de septiembre de 2020]. Disponible en: file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\$Dla8188.38476/TL\_FloresLeonPaola.pdf
  12. GALEGO, Norma y Chavati, Rozsa. Ciencia de los Polímeros en la Universidad de la Habana. [en línea]. 2017, vol. 30, n.º1. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en: file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ARTICULOS%20-%20POLIMEROS%20(1).pdf
  13. GARNICA, Paul., Pérez, Alfonso., Gómez, José y Obil, Edda. Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres. [en línea]. 2002.

- [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en:  
file:///C:/Users/ASUS/Desktop/articulos/pt201.pdf
14. GIMÉNEZ, Rafael. /Física del suelo. Cátedra de Edafología Facultad de Agronomía y Zootecnia Universidad Nacional de Tucumán. [en línea]. 2003, p. 2. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en:  
file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ARTICULO%20%20PROPIEDADES%20DEL%20SUELO%202003.pdf
15. GRISALES, Jaimes. Mecánica de suelos. Facultad de ingeniería y arquitectura. [en línea]. 2014. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en:  
[https://www.academia.edu/6386237/PROPIEDADES\\_FISICAS\\_Y\\_MECANICAS\\_DE\\_LOS\\_SUELOS](https://www.academia.edu/6386237/PROPIEDADES_FISICAS_Y_MECANICAS_DE_LOS_SUELOS)
16. INFANTE, Carlos y Vásquez, Deynis. Estudio comparativo de método convencional y uso de los polímeros Eva y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas. [en línea]. 2016. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en:  
file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\$Dla8188.38178/TESIS%20SIPAN%20COMPLETO.pdf
17. ISIDRO, Adaluz y Cañi, Alex. Determinación de las Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo de la zona de Piedra Blanca – Asociación el centinela, Distrito de Calana, Departamento de Tacna. Universidad Privada de Tacna. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en:  
file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\$Dla6932.2517/Isidro-Adaluz-Cañi-Alex-SUELOS%20FISICOS.pdf
18. JAURIXJE, Margareth [et al]. Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos en la zona de Quíbor, Estado Lara. [en línea]. 2013, vol. 25, n.º1. [Fecha de consulta 25 de octubre de 2020]. Disponible en:  
file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ARTICULO%20DE%20PROPIEDADES%20DEL%20SUELO%202001.pdf
19. JARA, José y Vega, Javier. Indicadores de Evaluación de Mezclas Asfálticas Adicionando Polímeros SBR y Polietileno en Comparación con una Mezcla Asfáltica

- Convencional. [en línea]. 2016. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla8188.37719/Indicadores%20de%20Evaluación%20de%20Mezclas%20AsfálticasIndicadores%20de%20Evaluación%20de%20Mezclas%20Asfálticas.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla8188.37719/Indicadores%20de%20Evaluación%20de%20Mezclas%20AsfálticasIndicadores%20de%20Evaluación%20de%20Mezclas%20Asfálticas.pdf)
20. JUNCO, Juan y Tejada, Eduardo. Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras. Revista de Arquitectura e Ingeniería. [en línea]. 2011, vol. 5, n.º2, p.2. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en: <:///C:/Users/ASUS/Downloads/DialnetAditivoQuimicoObtenidoDeSalesCuaternariasEmpleadoP-3711821.pdf>
21. Leoni, Augusto. Propiedades físicas de los suelos. [en línea]. s/f, [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla6932.1685/Capitulo-1Propiedades-F--sicas-de-los-suelos-2da%20VARIABLE%20-TEORIA%201.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla6932.1685/Capitulo-1Propiedades-F--sicas-de-los-suelos-2da%20VARIABLE%20-TEORIA%201.pdf)
22. LOMPARTE, Johan y Sánchez, Denis. Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímeros en emulsión vinilo acrílico en la Carretera no pavimentada al centro poblado Tangay – Nuevo Chimbote – Santa. [en línea]. 2019.. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla6932.792/48929-TEORIA%205.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla6932.792/48929-TEORIA%205.pdf)
23. LÓPEZ, Teresa, Bosco, Juan, Horta, Jaime, [et al.]. Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. [en línea]. 2010, vol. 11 n.º3. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla6932.34733/Polimeros\\_para\\_la\\_estabilizacion\\_volumetrica\\_de\\_ar-REVISTA.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla6932.34733/Polimeros_para_la_estabilizacion_volumetrica_de_ar-REVISTA.pdf)
24. LÓPEZ, Mariana y Estrada, Héctor. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. [en línea]. 2015. vol. 8 n.º2. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ARTICULO%20%20PROPIEDADES%20DEL%20SUELO%2002%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ARTICULO%20%20PROPIEDADES%20DEL%20SUELO%2002%20(1).pdf)

25. LOGÍSTICA. CCL: el 80% de las carreteras del Perú está en mal estado. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta 25 de octubre 2020]. Disponible en: <https://www.logistica360.pe/ccl-el-80-de-las-carreteras-del-peru-esta-en-mal-estado/>
26. MAMANI, Cliver. Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019. [en línea]. 2020. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla6932.1963/Cliver\\_Tesis%20Licenciatura\\_2020-TEORIA.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla6932.1963/Cliver_Tesis%20Licenciatura_2020-TEORIA.pdf)
27. MÉNDEZ, Javier. Análisis de un producto a base de polímeros como estabilizador químico de suelos para la construcción de caminos no pavimentados. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla8188.5427/Javier%20Marco%20Tulio%20Méndez%20González.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla8188.5427/Javier%20Marco%20Tulio%20Méndez%20González.pdf)
28. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras. Suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. [en línea]. 2014. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla6932.2808/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla6932.2808/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)
29. MORA, Sonia y Tiusaba, Jhon. Comportamiento de los polímeros como agente estabilizante en los suelos para la construcción de cimentaciones. [en línea]. 2020. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24896/1/COMPORTAMIENTO%20DE%20LOS%20POL%20C3%8DMEROS%20COMO%20AGENTE%20ESTABILIZANTE%20EN%20LOS%20SUELOS%20PARA%20LA%20CONSTRUCCION%20DE%20CIMENTACIONES.pdf>
30. NESTERENKO, Darko. Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta 25 de setiembre de 2020]. Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla8188.18898/DESEMPEÑO%20DE%20SUELOS%20ESTABILIZADOS%20CON%20POLIMEROS%20EN%20PERU.pdf](file:///C:/Users/ASUS/AppData/Local/Temp/Rar$Dla8188.18898/DESEMPEÑO%20DE%20SUELOS%20ESTABILIZADOS%20CON%20POLIMEROS%20EN%20PERU.pdf)

31. NOVILLO, I, Carrillo, M, et al. Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. [en línea]. 2017, vol. 23. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/ASUS/Desktop/articulos/DialnetPropiedadesFisicasDelSueloEnDiferentesSistemasAgri-6587923.pdf>
32. PRENSA LIBRE. Carreteras en mal estado. Guatemala. [en línea]. 2018, [Fecha de consulta 22 de octubre 2020]. Disponible en: <https://www.prensalibre.com/tema/carreteras-en-mal-estado/>
33. YAMPARA, Rina. Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros reciclados PET a nivel de la subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca, 2019. , [Fecha de consulta 25 de octubre 2020]. Disponible en: [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/3156/Cliver\\_Tesis%20Licenciatura\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/3156/Cliver_Tesis%20Licenciatura_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
34. RAMOS, Gabriel. Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014 tema: geotecniavial. [en línea]. 2014. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible: [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/TCIV\\_25.pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/TCIV_25.pdf)
35. RIVERA, Jhonathan., Aguirre, Ana., Mejía, Rubí y Orobio, Armando. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). [en línea]. 2020. Revista Sena vol. 84 n.º2 [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en: [http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/2530/3417](http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3417)
36. RÍOS, María., Ruiz, Magaly., Maduro, Rubén y García, Hugo. Estudio exploratorio de las propiedades físicas de suelos y su relación con los deslizamientos superficiales: Cuenca del río Maracay, estado Aragua-Venezuela. Revista Geográfica Venezolana. [en línea]. 2018, vol. 51 n.º2. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347730385004.pdf>
37. SERRANO, Erika.; y Padilla, Edgar. Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados [en línea]. 2018, vol. 25, n.º1, p.5. [Fecha de consulta 09 de noviembre

de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ARTICULO%20-%20POLIMEROS%2002.pdf>

38. SOLMINIHAC, Hernán., Echevarría, Gerardo y Thenoux, Guillermo. Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos. [en línea]. s/f. [Fecha de consulta 09 de noviembre de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/323-2420-1-PB.pdf>
39. SUSUNAGA, Maria. Evaluación de la resistencia de un suelo areno arcilloso con refuerzos de fibras pet. [en línea]. s/f. [Fecha de consulta 11 de noviembre de 2020]. Disponible:<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6482/Trabajo%20final%20monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
40. MARQUEZ, Diana. mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados pet en el distrito la encantada, provincia de morropon – piura 2019. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta 15 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2241/CIV-MAR-MAR-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# ANEXOS

Matriz De Operacionalización De Variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Aplicación de polímeros artificiales	El resultado la obtención de los altos polímeros artificiales, será por la transformación química de los altos polímeros naturales sin que se destruyan de manera apreciable su naturaleza macromolecular. López, Hernández, et al (2010).	Con respecto a recolección de polímeros artificiales son sustancias orgánicas químicas y algunos casos inorgánicos, que se clasifican según su origen donde encontramos polímeros naturales, polímeros semisintéticos y polímeros sintéticos, para este proyecto se utilizaran los polímeros artificiales que constan de polícloruro (PVC) que son plásticos industriales, los cuales tienen una propiedad termoplástica que se endurecen con el frío y se diluyen con altas temperaturas.	Recolección de polímeros artificiales	Reciclaje de plástico.	Intervalo
				Selección de plástico	
				Lavado y secado de plástico	
				Trituración de plástico	
				Peso del plástico (Kg)	

Fuente: elaborado por los investigadores

Continuación de Matriz De Operacionalización De Variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Estabilizar el suelo en carretera no pavimentada	Se denomina la estabilización de un terreno la relación de dotar a los mismos de resistencia mecánica que permanezca a lo largo del tiempo, a esto. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación. (Nesterenko, 2018)	La subrasante de un suelo natural, puede presentar diversas variaciones en cuanto a su resistencia, en la cual abarca gran importancia de sus propiedades físicas y mecánicas, de la misma manera en el presente proyecto se realizará un análisis de costo para la estabilización del suelo.	Determinar el diagnóstico	Situación actual	Intervalo
			Propiedades físicas	Granulometría (kg)	
				Contenido de humedad (kg)	
				Límites de atterberg (kg)	
			Propiedades Mecánicas	Clasificación de suelos AASHTO	
				Proctor modificado (kg)	
Evaluación de Costos	CBR (kg)	Intervalo			

Fuente: elaborado por los investigadores

**TITULO: Aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021**

Técnicas e instrumentos a aplicar por objetivos y unidad de investigación

OBJETIVOS ESPECIFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Describir la situación actual en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021	La población para el presente proyecto de investigación tiene una longitud de 4 Km, que concierne a la carretera no pavimentada de Rama Guzmán	La muestra es toda el área correspondiente al tramo km 0+000-0 al Km 0+759.40 carretera no pavimenta-Rama.	Observación y documental	Fichas, encuestas, manuales ( estadísticas, )
Determinar la influencia de la aplicación de polímeros artificiales en la cantidad de plástico a recolectar.			Técnica de campo	Fichas de conteo vehicular (Datos para el volumen de tráfico ) ( Datos, puntos con coordenadas UTM en este, norte y elevación)
Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades físicas del suelo.			Técnica de laboratorio	(Fichas de granulometría, fichas de límites líquido y plástico, fichas de proctor y CBR) (Tamiz, Tara, Balanza, Moldes, etc)
Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades mecánicas del suelo.			Técnica de recolección de datos y procesamiento.	Google Earth, Aashto 93, Excell 2016,Etc.
Determinar la influencia de la aplicación de polímero artificial en el análisis de costos unitarios para la estabilización del suelo.				

Fuente: elaborado por los investigadores

## Matriz De Operacionalización De Variables

PROBLEMA CENTRAL Y ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPOTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>General:</b></p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021?</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>¿Cuál es la situación actual de la carretera no pavimentada centro poblado Callanca - Rama Guzmán-Chiclayo 2021?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación del polímero artificial en la cantidad de plástico a recolectar?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades físicas del suelo?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación polímero artificial en las propiedades mecánicas del suelo?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la aplicación polímero artificial en el análisis de costos en la estabilización del suelo?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la influencia de la aplicación de polímeros artificiales para la estabilización del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Describir la situación actual en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación de polímeros artificiales en la cantidad de plástico a recolectar.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades físicas del suelo.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades mecánicas del suelo.</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación de polímero artificial en el análisis de costos unitarios para la estabilización del suelo.</p>	<p><b>General:</b></p> <p>La aplicación de polímeros artificiales influye considerablemente para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>La situación actual de la carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021 necesita acciones de mejora.</p> <p>La aplicación de polímeros artificiales influye considerablemente en la cantidad a recolectar.</p> <p>Las aplicaciones de polímeros artificiales influyen considerablemente en las propiedades físicas del suelo.</p> <p>Las aplicaciones de polímeros artificiales influyen considerablemente en las propiedades mecánicas del suelo.</p> <p>Las aplicaciones de polímeros artificiales influyen considerablemente en el análisis de costos para la estabilización del suelo.</p>	<p>V.I.: Aplicación de Polímeros Artificiales</p> <p><b>Recolección de plásticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reciclaje de plástico.</li> <li>• Selección de plástico</li> <li>• Lavado y secado de plástico</li> <li>• Trituración de plástico</li> <li>• Peso del plástico (Kg)</li> </ul> <p>V.D.: Estabilizar el suelo en Carretera no Pavimentada</p> <p><b>Propiedades Físicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Granulometría (kg)</li> <li>• Contenido de humedad (kg)</li> <li>• Límites de atterberg (kg)</li> <li>• Clasificación de suelos AASHTO</li> <li>• Proctor modificado (kg)</li> <li>• CBR(kg)</li> </ul> <p><b>Propiedades Mecánicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proctor – pet</li> <li>• CBR – pet</li> </ul> <p><b>Evaluación de Costos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis Comparativo de Precios Unitarios</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicada.</li> </ul> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experimental.</li> </ul> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Población:</b></p> <p>La población tiene una longitud de 4 Km, que concierne a la carretera no pavimentada de Rama Guzmán.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra está constituida, por la subrasante de la carretera no pavimentada-Rama Guzmán que tiene una longitud de 4 km, del cual el tramo de muestra consta entre 0+000-0 al Km 0+759.40, tiene un contenido de arcilla, por lo que es considerado como el más crítico para la realización de calicatas, para obtención de las muestras.</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p>Para la presente investigación el muestreo es de tipo no probabilístico, ya que la muestra no fue designada al azar. Se eligió buscando el tramo más crítico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Observación y documental</li> <li>Fichas, encuestas, manuales (estadísticas)</li> <li>➤ Técnica de campo</li> <li>Fichas de conteo vehicular</li> <li>(Datos para el volumen de tráfico)</li> <li>(Datos, puntos con coordenadas UTM en este, norte y elevación)</li> <li>➤ Técnica de Laboratorio</li> <li>AutoCAD, Civil 3d, ArcGIS, Google Earth, Aashto 93, Etc.</li> <li>➤ Técnica de recolección de datos y procesamiento</li> <li>Google Earth, Aashto 93, Excell 2016, Etc.</li> </ul>

**Ubicación Del Área De Estudio.**

**Foto 01: Reconocimiento del inicio de Tramo de Estudio**



**Fuente:** Elaboración de los autores.

**Foto 02: Final del Tramo de Estudio**



**Fuente:** Elaboración de los autores.

Figura 2. Tramo de estudio –Ubicación de Coordenada



**Fuente:** Google Earth.

**Toma de coordenadas**

**Foto 03:** Inicio de Tramo de estudio.



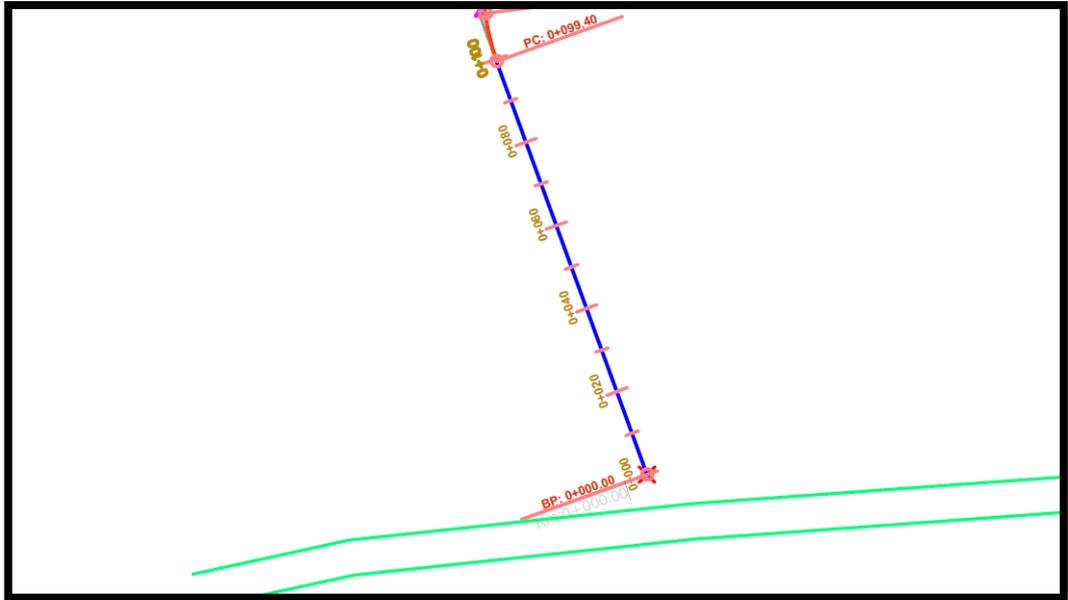
**Fuente:** Elaboración de los autores.

**Foto 04:** Fin de Tramo de estudio.



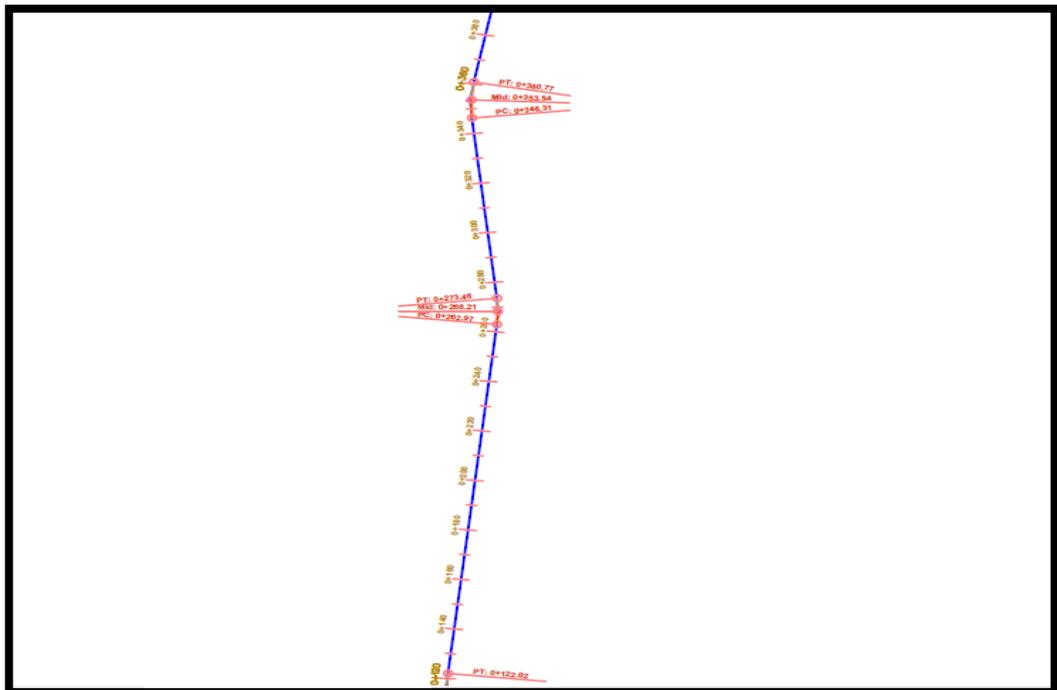
**Fuente:** Elaboración de los autores.

**Tramo Km 0+000.00-0+100**



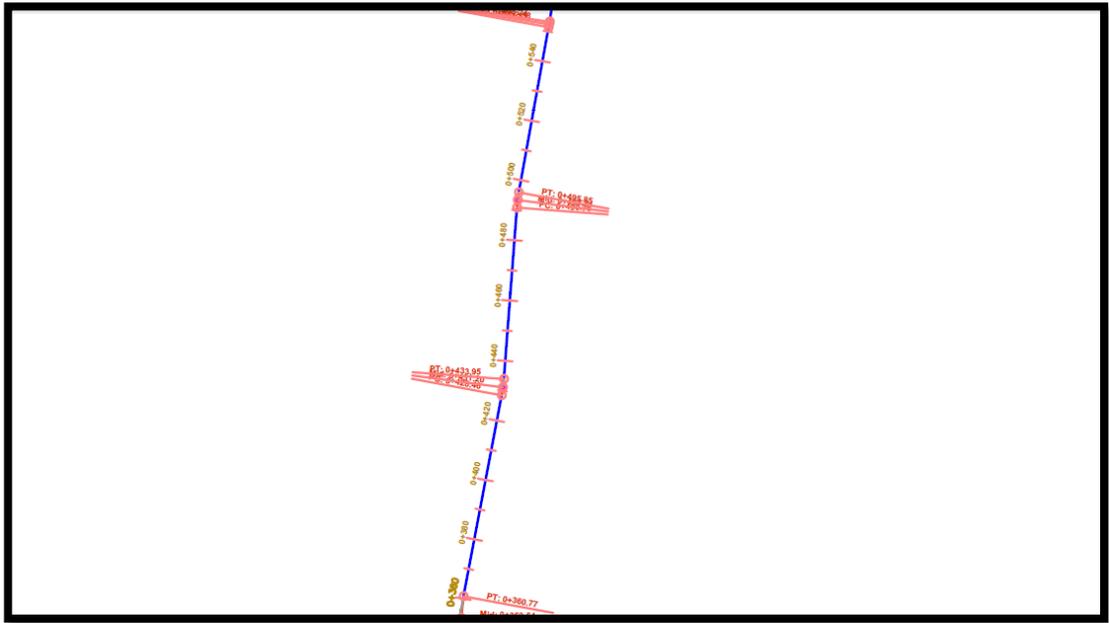
**Fuente:** Elaboración de los autores.

**Tramo Km 0+120.00-0+360**



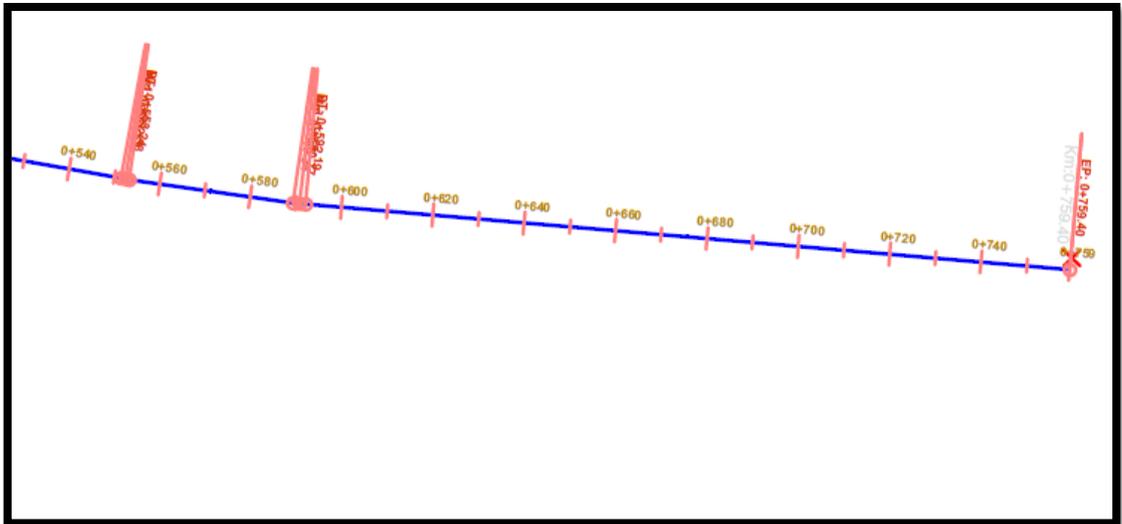
**Fuente:** Elaboración de los autores.

**Tramo Km 0+120.00-0+540**



**Fuente:** Elaboración de los autores.

**Tramo Km 0+120.00-0+759.40**



**Fuente:** Elaboración de los autores.

# **ESTUDIO PRELIMINAR**

## ESTUDIO PRELIMINAR

### Introducción

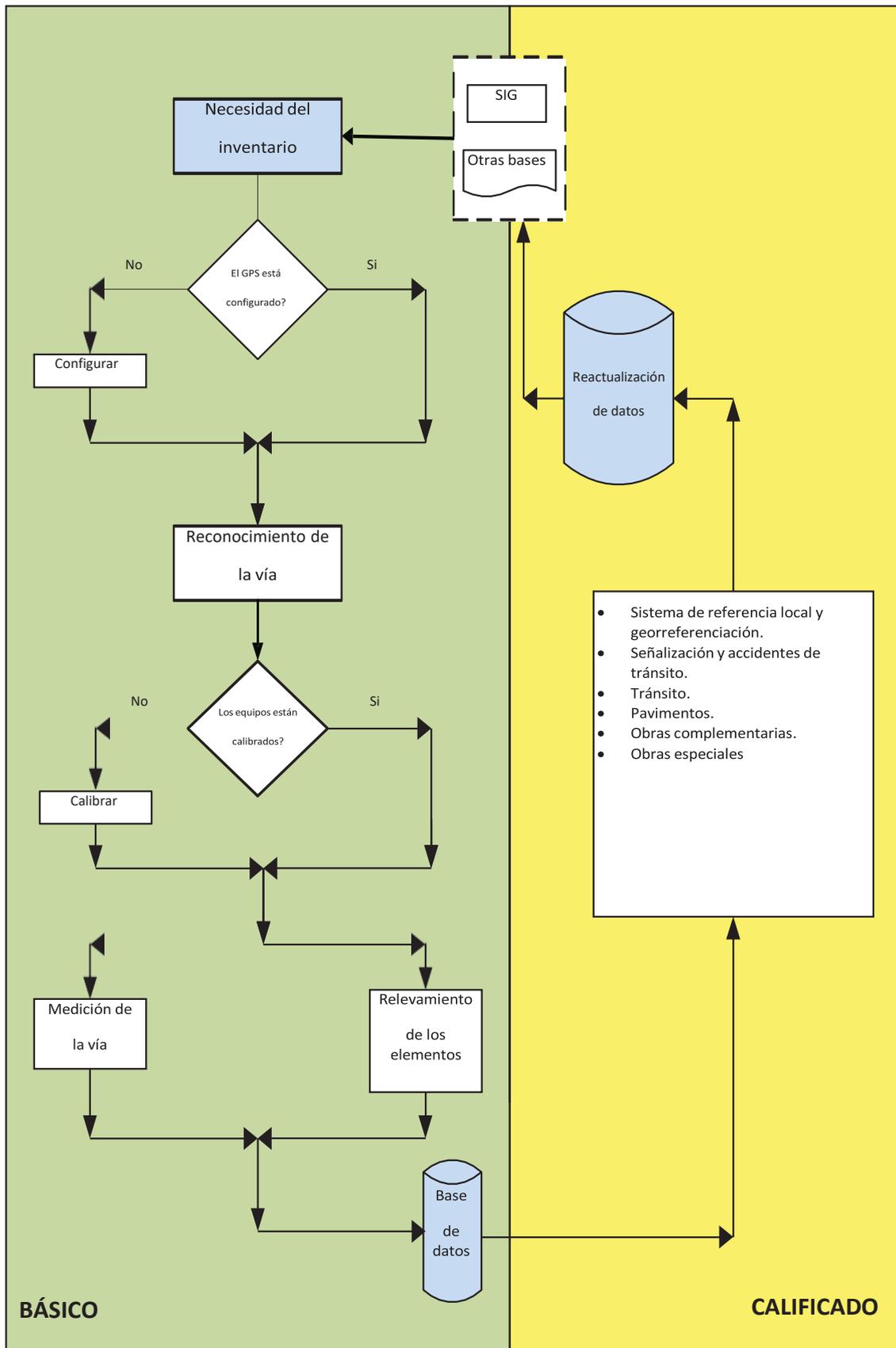
El Inventario vial es el conjunto de documentos oficiales de información técnica – recopilados y sistematizados de los datos obtenidos en las mediciones de campo– en los cuales se identifican y registran las características y estado de las vías que forman el Sistema Nacional de Carreteras. Debido a que la información de las características y estados de conservación de una carretera se han organizado de acuerdo con la aplicación posterior de sus utilidades, el Inventario Vial se constituye de dos tipos principales de documentos de información técnica.

Se clasifican en:

**Inventario vial básico.** - Es el documento oficial técnico de consulta y planificación de las redes viales en el cual se identifican y registran los datos relacionados con la ubicación georeferenciada de los puntos principales de las trayectorias de las carreteras y sus longitudes, además de sus características básicas, geometría del eje, tipo de superficie de rodadura y estado de transitabilidad.

**Inventario vial calificado.** - Es el documento oficial técnico de gestión de las redes viales, en el cual se identifican y registran los datos vinculados con el trazo geométrico del eje, las características estructurales del pavimento de las carreteras, obras complementarias, seguridad vial y tránsito; asimismo se califican los estados de operatividad de la infraestructura vial a nivel de planificación de red. En este manual de Inventario vial tanto el inventario básico como el inventario calificado se encuentran enmarcados a manera de herramientas de planificación y gestión a nivel de red. Dentro de dicha red es importante la evaluación, la calificación y la planificación para determinar los requerimientos de obras de un conjunto de vías que forman una red de caminos, así como para implementar un sistema de gestión de infraestructura vial, ello hace necesario la existencia de un inventario vial actualizado de la red. El diagrama de flujo de la Figura G.2 explica, esquemáticamente, el funcionamiento de un sistema de inventario vial.

Diagrama de flujo explicativo de un inventario vial



## **Objetivos y alcances**

### **Objetivo principal.**

Es establecer la metodología para el desarrollo y evaluación de los trabajos de inventario vial de los elementos que tiene el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

### **Objetivos específicos.**

Para efectos del cumplimiento del objetivo principal en función a la priorización de inversiones, las autoridades competentes realizan o actualizan inventarios viales, que tienen los siguientes objetivos específicos.

Ofrecer a una institución pública o privada, ingeniero o especialista una herramienta práctica para el desarrollo y la presentación de formatos con contenido clasificado de los procedimientos de medición y relevamiento de inventarios viales básicos y calificados. -

Ayudar a la construcción de una base de datos para la implementación de metodologías y sistemas de gestión de infraestructura vial.

### **Alcances del Inventario vial básico:**

Obtener y actualizar información concerniente a la ubicación, clasificación o jerarquización, longitud, características geométricas generales, tipo de superficie de rodadura y estado funcional general para efectos de planificación vial. Con esa finalidad, el sistema debe actualizarse con información de retroalimentación que ayude a la toma de decisiones.

### **Alcance del Inventario vial calificado:**

Obtener información actualizada, evaluada y calificada de las características de todos los elementos que conforman la carretera y que sean de utilidad en la gestión vial.

## INVENTARIO VIAL BÁSICO

En este capítulo se presentan los conceptos y procedimientos que permitirán la identificación geoposicional de los elementos y características más relevantes de la carretera con el fin de realizar las labores de un inventario vial básico georeferenciado; con este propósito se recaba documentación base para definir la trayectoria de la carretera, luego se pasa a la etapa de reconocimiento (optativo), medición, relevamiento y trabajo de gabinete; Se debe notar que la etapa de reconocimiento es optativa y se lleva a cabo cuando la importancia y cantidad de los puntos fijos de control y los puntos notables lo ameriten o a pedido de la autoridad competente, los datos productos de estas etapas se almacenan de acuerdo con los formatos del Sistema Inventario Vial Básico (SIB) y se presentan en forma ordenada, tal como se detalla.. Para ejecutar los trabajos comprendidos dentro del inventario vial básico es necesario contar con personal calificado, equipo, necesario y materiales que se requieran para la determinación y georeferenciación de la trayectoria. En todos los casos se debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:

**A. Personal.** - Se implementan cuadrillas de medición y georeferenciación con conductor, técnicos e ingenieros en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de los trabajos de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal debe estar calificado para cumplir adecuadamente sus funciones en el tiempo establecido. Las cuadrillas de medición y georeferenciación estarán bajo el mando y control de un ingeniero especializado en carreteras y/o puentes con experiencia en gestión de infraestructura vial.

**B. Equipos.** - Para las diferentes etapas del inventario vial básico se deben implementar como mínimo los siguientes equipos: odómetro digital, receptor GPS submétrico, GPS navegador y altímetro (según corresponda), cámara de video, cámara fotográfica y computadora portátil, dichos equipos deben tener el nivel de precisión requerido para cada etapa del inventario básico La calibración de los equipos se hará de acuerdo con el manual del fabricante.

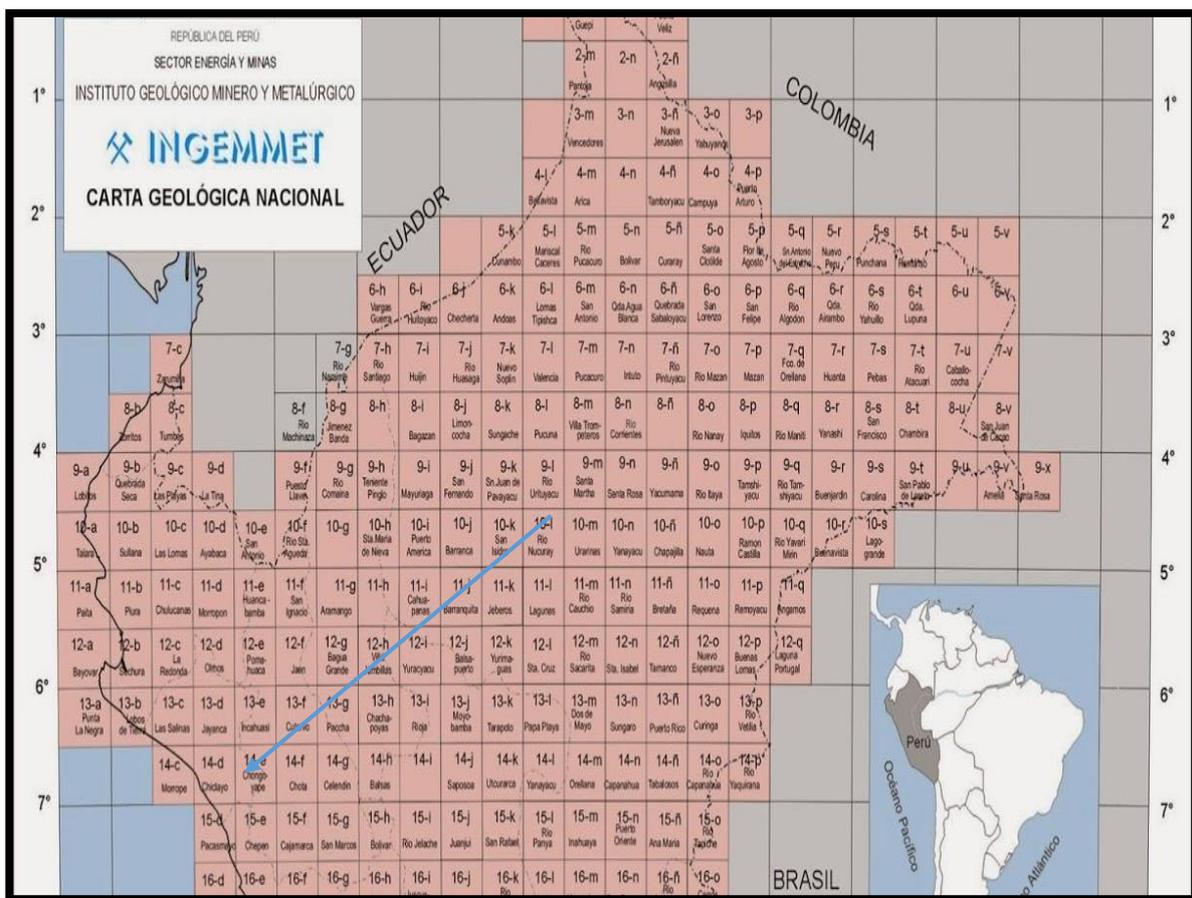
**C. Materiales** Debe proveerse de los materiales en cantidades suficientes, así como de las herramientas necesarias para el correcto desarrollo de los trabajos de

estacado, pintado, entre otros. Los elementos y características de la carretera que se va a inventariar.

### UBICACIÓN CARTOGRÁFICA.

**Datum:** WGS 84  
**Proyección:** UTM  
**Sistema de Coordenadas:** UTM-WGS 84 Datum, Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 81d W.  
**Zona UTM:** 17  
**Cuadrícula:** M  
**Carta Nacional:** Chiclayo (14-d)

Figura 1.- Ubicación Cartográfica



Fuente: Carta Geológica Nacional

## **Georreferenciación de una carretera**

Cada carretera perteneciente a una red vial y se geoposiciona en función de tres elementos principales:

**Punto inicial:** Lugar en donde se inicia la medición de la longitud de la carretera. A este punto se le asigna el valor Km 000+000.

- Coordenada UTM inicial: Este: 638185.9592, Norte: 9337234.5114

**Geometría del eje:** Es el trazo de la forma geométrica de la carretera, por donde se recorre en sentido creciente. Los datos se recopilan con el GPS cuando el vehículo se halla en movimiento (modo cinemático).

**Punto final:** Lugar de llegada de una carretera; punto en el cual finaliza la medición de su longitud.

- Coordenada UTM final: Este: 631449.4668, Norte: 9333028.8798

### **Puntos notables:**

Son sitios o lugares importantes en el itinerario de una ruta, tales como puentes, ciudades, centros poblados, abras, túneles, etc. Para identificarlos se emplea el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras vigente. Cuando a criterio del grupo de reconocimiento exista un punto notable no indicado en el clasificador de rutas este podrá ser incluido en el itinerario. Para su georeferenciación, luego de detener la camioneta, se emplea el GPS navegador.

### **Elementos fijos de control:**

Son elementos inamovibles que sirven como referencia para la medición controlada de las distancias. Pueden ser estos los puentes, túneles, intercambios viales, abras o alguna obra de arte notable y deben ubicarse aproximadamente entre 40 km y 50 km de distancia. En el caso de carreteras de longitudes menores de 40 km se considera el punto final como elemento fijo de control. Para su georeferenciación se emplea el GPS navegador.

### **Ubicación de ciudades o poblados en la trayectoria.**

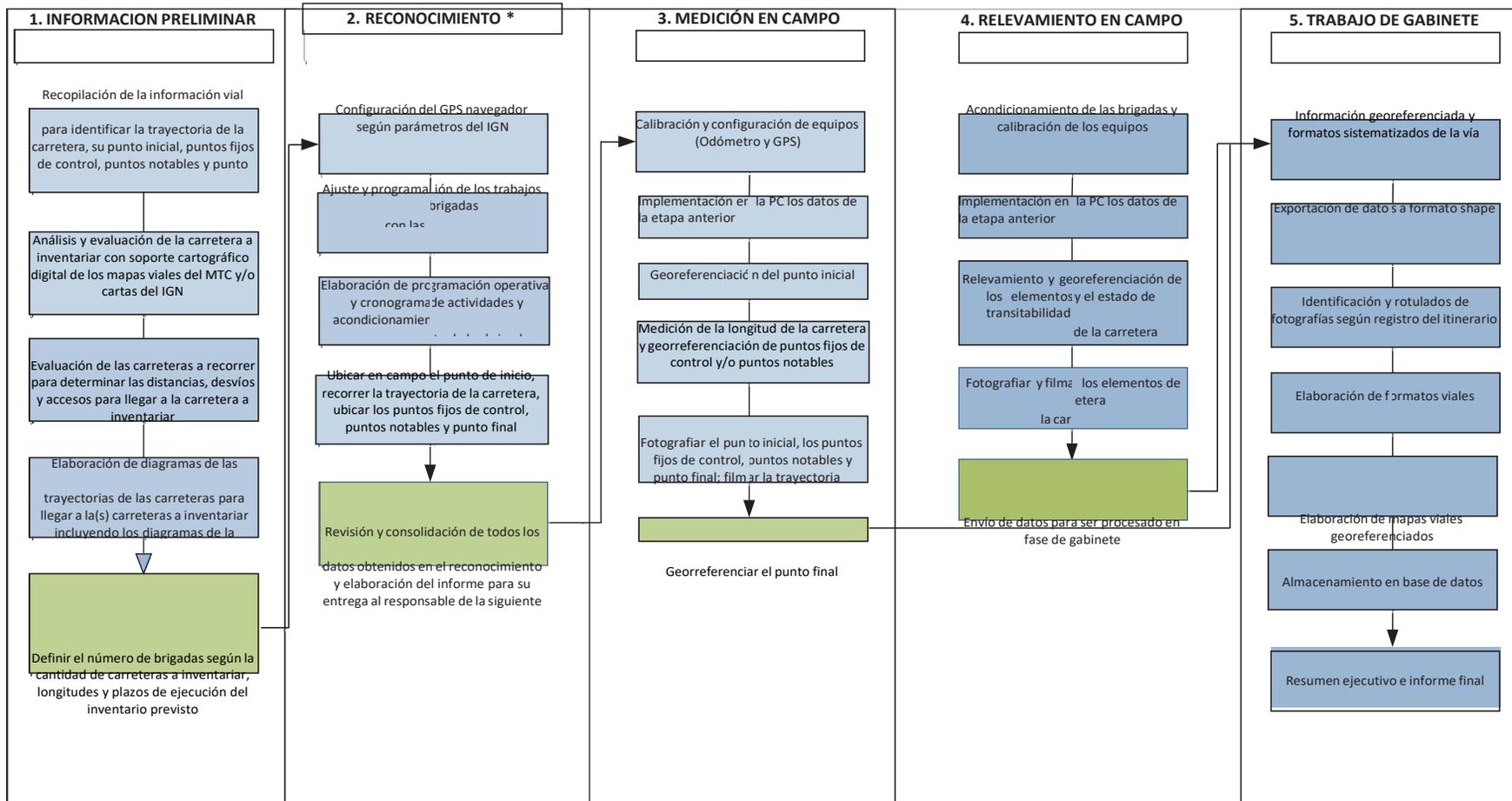
El inventario vial también tiene como objetivo ubicar todas las ciudades o poblados que están situados a ambos márgenes de la carretera para elaborar un itinerario que permita dar la información sobre la ubicación en que se encuentran las mismas. Las posibles ubicaciones de las ciudades o poblados más cercanos con respecto a una carretera son las siguientes:

La identificación de la ciudad o poblado se efectúa mediante la georreferenciación de punto de la ciudad. Este punto siempre debe estar referido a elementos invariables como postes de alta tensión, puentes o cruce con otras vías. Adicionalmente se puede colocar otros puntos referenciales como la plaza de armas, vías importantes de cruce, etc.

### **Trabajo en campo del Inventario vial básico**

El inventario básico requiere de una etapa preliminar de búsqueda de información y de tres etapas para su desarrollo: la primera es el reconocimiento de la ruta, la segunda es la medición de la vía y la tercera es el relevamiento. En cada etapa se debe calibrar los equipos y cada una no necesariamente está en serie con la otra; es decir para comenzar una etapa no debemos terminar la etapa previa, la secuencia de aplicación es juntar etapas en serie y en paralelo.

El reconocimiento comprende actividades y productos que están directamente relacionados con la preparación de la información de las vías, para el recorrido de las brigadas del campo con el GPS navegador y para ser útil en posteriores análisis de la red vial en gabinete. El relevamiento y la medición de la vía representan las actividades principales de la toma de información para el Inventario vial básico mediante la conformación de las brigadas a través del recorrido de las diversas vías y recopilación de datos con el módulo de captura de datos compuesto por una computadora portátil, un receptor GPS y una cámara de video., en cada etapa se pone énfasis en los principales productos tales como el cronograma de actividades durante el reconocimiento y los formatos durante las etapas de medición y relevamiento de la vía.



## **Calzadas:**

El número de calzadas de una carretera puede variar (generalmente es uno o dos) según su progresiva. Para identificarlas se usa un código de dos dígitos y para describir cada una se indica su sentido y la ubicación de su inicio. Dichos parámetros se definen a continuación.

### **Sentido de una calzada**

El sentido se define por uno de los códigos siguientes:

- CD (Creciente-Decreciente) para una calzada simple donde los carriles no son reservados a un solo sentido de tráfico; es el caso general de las carreteras de dos carriles.
- UC (Únicamente-Creciente) para una calzada donde el tráfico se desplaza en un sentido único en todos los carriles, en este caso en el sentido de los PR crecientes.
- UD (Únicamente-Decreciente) para una calzada donde el tráfico se desplaza en un sentido único en todos los carriles, en este caso en el sentido de los PR decrecientes.

### **Código de las calzadas**

Se puede usar cualquier símbolo de dos dígitos para la codificación de las calzadas. A continuación, se comenta cómo se definen los cambios de calzadas a lo largo de una carretera y los criterios para considerarlos.

### **Ubicación del inicio de una calzada**

El inicio de una calzada se define por la progresiva de dicho punto desde el inicio de la “carretera” y un PR ubicado en el sitio exacto del cambio de calzada. La progresiva se define sin ambigüedad en caso de una carretera incluyendo calzadas de sentido CD, o de sentido UC y UD de la misma longitud. Surge una dificultad cuando dos calzadas UC y UD tienen trazados independientes. Por principio, se considera que la progresiva de una carretera se define en el sentido creciente. Si existe una diferencia de longitud entre las calzadas UC y UD de un tramo, se asigna la progresiva de la calzada UC a la

carretera. Podría imaginarse un tramo incluyendo dos calzadas de sentido UC: en este caso, el usuario debería asignar de manera arbitraria la progresiva de una calzada UC a la carretera (este caso no se observa en las carreteras nacionales actualmente).

Se necesita identificar cada cambio de tipo de calzada a lo largo de las carreteras y cada vez definir una nueva calzada. Los casos de cambio de calzada se listan a continuación.

- El cambio más frecuente es la variación del sentido de tráfico: una calzada de sentido CD convirtiéndose en dos calzadas de sentido UC y UD o viceversa (una variación del número de carriles no constituye un caso de cambio de calzada si no se cambia el sentido).
- Se considera también un cambio de tipo de calzada cuando el sistema de referencia cambia, más precisamente si aparece un PR (PR<sub>i</sub>) cuyo número es inferior al número del PR anterior (PR<sub>i-1</sub>). Se necesita considerar una nueva calzada en el PR<sub>i-1</sub> para introducir el nuevo sistema de referenciación.
- kilométrico sino un PR “virtual”. Su número será el número del poste kilométrico real más cercano. Ello se comenta en el ejemplo mostrado líneas abajo.
- Además de estos cambios de calzadas obligatorios, el usuario puede introducir cambios según sus propios requisitos (por ejemplo, en las ciudades importantes).

### **Trayectoria**

El trazado y la ubicación de los PR se definen por el GPS y el odómetro de los aparatos que se usan, vehículo multifunción, recolector de datos semiautomatizado u otro equipo especializado. Cada segundo, el GPS recibe señales cuando recorre las carreteras y las registra en coordenadas WGS84 (longitud, latitud, altitud). Estas se transforman en el sistema usado por el MTC de acuerdo con el proceso definido mientras que las distancias son medidas por un odómetro. La información resultante debe registrarse en el carril o faja en la cual se realizó la medición asignándole el respectivo código

de faja.

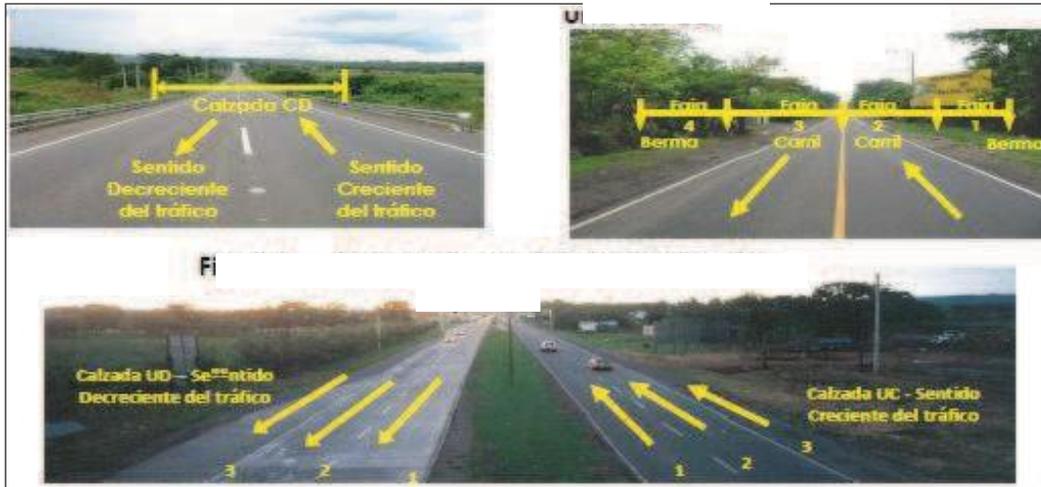
### **Codificación de los carriles y bermas (fajas)**

Los carriles y las bermas de las carreteras se consideran bajo el rubro “faja” en el SGC, se identifican por el código de esta y se describen por su ancho. A continuación, la Tabla III.9 y la Figura III.2 presentan la descripción para la codificación de las fajas.

Tabla 18.- Codificación de las Fajas

Calzada pavimentada de doble sentido
Las fajas se codifican de derecha a izquierda, a partir de 1. En el caso general, la berma derecha recibe el código 1, los carriles los códigos 2 y 3, la berma izquierda el código 4. Si la calzada tiene más de dos carriles (por ejemplo, en caso de carril de ascenso), se ajusta la codificación a partir del código 1 para la berma derecha.
Carretera de dos calzadas
Una carretera de dos calzadas tiene en general una berma central y bermas laterales. La berma central se considera como un elemento de la calzada de sentido UC y no recibe código de faja: se considera como un “elemento” de la carretera (ver más adelante). Los carriles y la berma lateral sí se codifican a partir de la berma central: el carril de tránsito rápido de las calzadas de sentido UC y UD recibe el código 1.
Calzada no pavimentada
Debido al carácter variable del ancho a lo largo de cada carretera no pavimentada, es bien difícil identificar carriles y bermas de ancho fijo, se considera entonces que una carretera no pavimentada tiene un solo carril (usado por ambos sentidos de tránsito). Su código no es “1”, sino “2”, por razones de consistencia en la representación gráfica.

Fuente: MTC



## SEÑALIZACIÓN Y ACCIDENTES DE TRÁNSITO

### señalización horizontal y seguridad

Los elementos de la señalización horizontal tienen como objeto reglamentar el movimiento de los vehículos e incrementar la seguridad en su operación. Sirven, en algunos casos, como suplemento a los elementos de la señalización vertical; en otros, constituye un único medio y desempeña un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.

Los elementos de seguridad están referidos a aquellos dispositivos instalados en la vía cuya finalidad es la de proporcionar cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control que puede impactar contra algún objeto fijo (puente, pilar o poste) o salirse de la carretera. Este elemento mitiga los daños y las lesiones tanto de sus ocupantes como de otros usuarios de la carretera; asimismo, los elementos de seguridad se emplean como simples “ojos de gato” para demarcar obstrucciones y otros peligros, o en series para indicar el alineamiento de la vía.

En este manual se ha desarrollado un análisis profundo de los accidentes de tránsito, teniendo en cuenta los factores de mejoras de la infraestructura vial, sobre todo considerando los tres elementos principales que conforman la seguridad vial:

**USUARIO:** Elemento sobre el que se debe actuar activamente para disminuir factores como alcoholemia, imprudencia del conductor, distracción, maniobras antirreglamentarias, somnolencia, velocidad inadecuada, sobrehorarios en la conducción vehicular e imprudencia del peatón.

**VEHICULO:** Elemento sobre el que se tiene que intervenir con el fin de disminuir los accidentes originados por averías mecánicas e incidiendo sobre las revisiones mecánicas y las llamadas “tolerancias cero”.

**LA VÍA Y EL ENTORNO:** Al actuar sobre este elemento se puede conseguir una prevención de los accidentes mediante un buen diseño geométrico, de señalización y de dispositivos de seguridad que permitan mitigar las consecuencias negativas de un error humano o mecánico. Sin embargo, es notorio que el diseño geométrico calculado para cierta velocidad se supera cuando la obra se pone en servicio y tiene una buena superficie de rodadura, por cuanto los vehículos desarrollarán velocidades muy por encima del máximo. Por falta de control de las autoridades e imprudencia de los usuarios, se suelen presentar factores de riesgo que pueden desencadenar en accidentes; por lo cual el inventario del estado o la falta de la señalización – tanto horizontal como vertical– son importantes. Asimismo, la forma de recopilación de los accidentes de tránsito es un principal insumo para mantener la seguridad vial en nuestras carreteras.

## ACCESO A LA ZONA.

### 3.8.- LINDEROS

- **Por el Norte:** Viviendas Rurales, en la trocha adyacente
- **Por el Sur:** Viviendas Rurales, en la trocha adyacente.
- **Por el Este:** Con la continuación de la carretera, hacia los Pomalca
- **Por el Oeste:** Viviendas Rurales, en la trocha adyacente.

#### 3.8.1 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO A PROYECTARSE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

- Coordenada UTM inicial: 638185.9592, 9337234.5114
- Coordenada UTM final: 631449.4668, 9333028.8798
- Total de Kilómetros: 0+800

### 3.9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VIA ACTUAL

- **CRUCES DE CENTRO POBLADO**  
Viviendas Rurales, en la trocha y los demás caseríos adyacentes.
- **OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**  
En el trayecto de la carretera no se han encontrado obras de arte.
- **ALCANTARILLA EXISTENTE**  
**ALCANTARILLA TIPO MARCO:** En el recorrido de la carretera no se ha encontrado alcantarillas de ningún tipo.

#### 3.9.1 PONTONES

En la trocha actual no cuenta con pontones.

#### 3.9.2 REDES ELECTRICAS

Las redes eléctricas son mediante postes en partes de la carretera en evaluación.

#### 3.9.3 REDES DE ALCANTARILLADO

Por ser zonas rurales no se han encontrado redes de alcantarillados con conexión domiciliarias que pasen por la carretera.

### 3.10 DESCRIBIR LAS METAS DEL PROYECTO A DESARROLLAR SEGÚN EVALUACIÓN

- Estabilizar la rasante con polímeros artificiales.

#### CONCLUSIONES

En la carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021 actualmente es una trocha en condiciones aceptables, puesto que no presenta deformaciones en el terreno por ser plano.

- **Descripción de la Ruta:**

La carretera que se pretende mejorar es una carretera de 3ra clase, En el transcurso de esta carretera podemos encontrar diferentes viviendas, además de sembríos tales como: mango, plátanos. Maracuyá entre otros como el arándano la caña de azúcar, palta e otros proveniente de las tierras de cultivo. Esta vía se encuentran en buen estado de operación.

- **Red Vial:**  
Red Vecinal.
- **Categoría Según Demanda:**  
Carretera de 3ra Clase.
- **Orografía:**  
Terreno Plano – Ondulado Tipo I
- **Ancho de Calzada:**  
-Urbano: 6.60 m  
-Rural: 7.20 m
- **Pendiente Máxima:**  
2% de Pendiente
- **Obras de Drenaje:**  
- Sin alcantarillas
- **Obras de Arte:**  
- Sin alcantarillas

- **Bombeo de Calzada:**  
No existe bombeo de calzada
- **Sub – Base:**  
Terreno Natural
- **Base:** Terreno Afirmado

Figura 2.- Estudio de tráfico

Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitraylers					Traylers			
		Pick Up	Panel	Rural		2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2
46	15	85		49				96	47	62										
60	15	76		52				94	47	51										
106	30	161	0	101				190	94	113										
125	42	85		38				147	158	120										
123	46	83		42				159	163	133										
248	88	168	0	80				306	321	253										
106	57	45		72				81	128	59										
75	49	50		64				80	125	67										
181	106	95	0	136				161	253											
100	34	77		31				151	146	71										
147	39	71		37				151	122	76										
247	73	148	0	68				302	268	147										
86	62	119		51				145	93	70										
108	56	192		56				133	83	91										
194	118	311	0	107				278	176	161										
130	153	86		49				145	62	182										
167	136	236		63				151	54	187										
297	289	322	0	112				296	116	369										
96	146	92		72				148	110	155										
125	168	94		76				123	117	149										
221	314	186	0	148				271	227											
98.4	72.7	84.1	0.0	51.7				130.4	106.3	102.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
115.0	72.7	114.6	0.0	55.7				127.3	101.6	107.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
213.4	145.4	198.7	0.0	107.4				257.7	207.9	210.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
104.83	77.44	89.61	0.00	55.08				148.39	120.93	116.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
122.47	77.44	122.02	0.00	59.34				144.82	115.56	122.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
227.30	154.88	211.63	0.00	114.41				293.21	236.49	239.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
227.00	155	212	0	114	0	0	0	293	236	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r.	0.97 %
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r.	3.45 %
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n.	4

*Población futura de vehículos*

$$T_n = T_0(1 + r)^{n-1}$$

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día  
 $T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día  
n = año futuro de proyección  
r = tasa anual de crecimiento de tránsito

IMDa	2025	Total	234	160	218	0	117	0	0	0	0	324	261	265	0	0	0	0	0	0
------	------	-------	-----	-----	-----	---	-----	---	---	---	---	-----	-----	-----	---	---	---	---	---	---

Fuente: laborado por los investigadores

*Visita del Conteo Vehicular*



*Determinar el porcentaje de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca - Rama Guzmán-Chiclayo 2021.*

## **Polímeros.**

Es una sustancia que contiene grandes moléculas conformadas por una cantidad de pequeñas unidades repetitivas, denominados monómeros. A la cantidad de monómeros repetitivos en una gran molécula se denomina grado de polimerización. La mayoría de las sustancias orgánicas presentes en la materia viva son polímeros así tenemos, la madera, las proteínas, la quitina, el caucho y las resinas; así como gran variedad de productos plásticos, los adhesivos, las fibras (nailon, rayón), la porcelana y el vidrio. (Beltrán y Marcilla, 2012).

Un polímero es no reversible, proviene del petróleo que al procesarlo con antimonio se obtiene el PET en partículas diminutas. Su degradación es dificultosa, demorándose un promedio de 700 años, los microorganismos existentes no poseen mecanismos para combatirlas, debiendo esperar a que los enlaces químicos entre los átomos del plástico comiencen su descomposición. (Crawford et. al 2013)

De acuerdo a su origen, se clasifican en naturales o sintéticos, los polímeros sintéticos poseen por lo general entre uno y tres tipos distintos de unidades repetitivas, y los polímeros naturales o biopolímeros como la celulosa, el ADN o las proteínas, presentan estructuras de mayor complejidad. (Beltrán y Marcilla, 2012).

## **Identificación de los envases.**

Existen un gran número de envases de polímeros que corresponden a productos muy diferentes, dependiendo de su materia prima o según el proceso de fabricación y por el uso. Para ello, se estableció códigos de seguridad en el uso de estos, con la finalidad de facilitar su clasificación e identificación de cada polímero, Es así que tenemos 7 grupos de tipos de envases, que nos permiten fácilmente identificarlos dependiendo del material que está hecho un envase polimérico. Así tenemos:

- Polietileno de baja densidad (PEBD)
- Polietileno de alta densidad (PEAD)
- Policloruro de vinilo (PVC)
- Polipropileno (PP)
- Poliestireno (PS)
- Polietileno tereftalato (PET) y Otros

Figura 3.- Tipos de polímeros e identificación plásticos reciclados

	PET - Tereftalato de polietileno Botellas de bebidas, agua, salsas y condimentos, envases de aceite, cosméticos y medicamentos.	
	PEAD - Polietileno de alta densidad Bolsas de compras, tuberías para agua, baldes, botellas de lácteos, botellas de shampoo, suavizantes y detergentes.	
	PVC - Policloruro de vinilo Tarjetas bancarias, lonas y carteles publicitarios, calzado deportivo, suelas de todo tipo de calzado, envoltura para golosinas, cables, hules y artículos para oficina. botellas	
	PEBD - Polietileno de baja densidad Bolsas para alimentos congelados, bolsas de compras, sacos industriales, cubetas para hielo, bolsas para suero y tapas flexibles.	
	PP - Polipropileno Vajilla reusable para microondas, elementos de cocina, contenedores para yogurt, mamilas, tapas en general, vasos no desechables y hieleras.	
	PS - Poliestireno Cajas para huevos, tazas, platos, bandejas y cubiertos desechables, envases de helado, ganchos para ropa, peines, cepillos y bolígrafos.	
	OTROS - Discos compactos, gabinetes de aparatos electrónicos, lentes de sol y recetados, lámparas para automóviles, teléfonos y juguetes. Policarbonatos, empleados en garrafas y biberones	

Fuente. [Herbolarioalicante.es/materiales-materiales-en-contacto-con-los-alimentos-en-contacto-con-los-alimentos](http://Herbolarioalicante.es/materiales-materiales-en-contacto-con-los-alimentos-en-contacto-con-los-alimentos).

### Estructura de los polímeros.

La estructura de polímeros se estudia considerando dos niveles: La estructura química referida a la construcción de moléculas individuales y la estructura física referida al orden de las moléculas en relación a otras. Dependen significativamente de la estructura química y a su vez determinan cómo se comporta el material en su procesamiento y durante su vida útil.

### Artificial.

En su significado general se denomina como plástico, al elemento conformado por estructuras y naturalezas diferentes que no tienen un punto exacto de ebullición y poseen un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que les permitan ser moldeadas y a la vez tomar diferentes formas y aplicaciones. pero, en sentido específico, indica a algunos tipos de materiales sintéticos que a través

de fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias

### **naturales.**

Los plásticos se identifican por tener elevada relación, resistencia/densidad, es un excelente aislador térmico y eléctrico y posee alta resistencia ante los ácidos, álcalis y disolventes. Están compuestas por grandes moléculas pudiendo ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, estando sujetas a la tipología del plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se suavizan al estar expuestas a mayores temperaturas), no obstante que las entrecruzadas son termo endurecibles (se rigidizan al estar expuestas a mayores temperaturas); si bien su composición presenta condiciones mínimas de peligrosidad gran parte de estos no constituyen un problema para el ambiente, pero sí constituyen un riesgo por su dificultad al no degradarse con facilidad. Contrario a lo que se observa con la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, los plásticos ni se oxidan tampoco se descomponen con el pasar del tiempo. Su eliminación constituye un problema ambiental muy considerable. (Muñoz Pérez, 2012).

### **Polietileno tereftalato (PET).**

El PET (Tereftalato de Polietileno), inactivo al medio ambiente, fue registrado como un polímero termoplástico lineal cristalino para fibra por J.R. Whinfield y J.T. Dickson durante la II Guerra Mundial en 1941 para sustituir la materia prima que se utilizaba en lo textil (algodón) por la fibra de poliéster. A partir de 1976 ha tenido un desarrollo extraordinario para empaquetaduras. Es en la década de 1980, donde se empezó a utilizar el PET en México para la fabricación de envases, recibiendo gran aceptación tanto del productor y consumidor, razón por la cual su empleo ha ido en aumento considerablemente con el paso de los años.

Conocido por ser la materia con la que se fabrican botellas, envases y empaques plásticos, generalmente transparente, constituye la base de una peculiar forma de negocios comprometido con desecharlo como basura y transformarlo en material útil donde se beneficien acopiadores y compradores para reusarlo en el mercado. Del PET utilizado en el mercado se recupera únicamente el 13%. (Sherwell, 2014, págs. 19,20).

Las características más relevantes del PET son:

- Alta transparencia y cristalinidad, aunque admite cargas de colorantes.
- Liviano, permite que una botella pese 20 veces menos que su contenido.
- Alto coeficiente de deslizamiento.
- Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas.
- Levemente tóxico, liberan antimonio (Sb) por debajo de los límites admisibles por la OMS (20 µg/L).
- Actúa como barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y la humedad.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- Estabilidad a la intemperie.
- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad, adecuado para fibras.
- Biodegradación muy lenta.
- Alta resistencia a la corrosión, a esfuerzos permanentes y transitorios.
- Impermeable.

Existen diversas alternativas de reutilización del PET, que parte del reciclado manual, químico y otros métodos aplicados en diferentes países en la reutilización reduciendo el impacto en el ambiente y la cantidad acumulada en los rellenos sanitarios. En la actualidad para el reciclado se usan métodos mecánicos tradicionales, los cuales consisten en triturarlos, lavarlos a elevadas temperaturas y a presión adecuada para eliminar impurezas causadas por otros materiales y así obtener el producto final. (Sherwell,2014, págs. 21,22). Existe la probabilidad de degradación del PET mediante diferentes métodos:

Siendo los procesos químicos que dan un re-uso al material modificando su estructura molecular. La duración del proceso de degradación natural demora un tiempo considerable debido a la vida útil del material PET, el cual es superior a 50 años. (Sherwell, 2014, pág. 22).

## Químicos

- Por medio de fluido supercrítico.
- Polietileno disuelto en corrientes petroquímicas.
- Hidro craqueo.
- Hidrólisis alcalina.

## Naturales

- Foto degradación.
- Termo-oxidación.
- Biodegradación por medio de microorganismos.

La investigación nace con la inquietud de disminuir la contaminación ambiental que provocan estos desechos, cuando no son tratados como elementos reciclables.

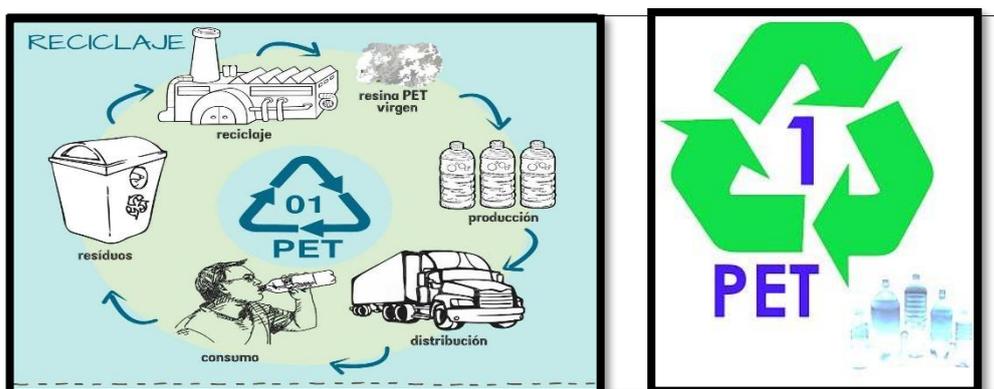


Figura 4 Marca de reciclaje del PET

y su acumulación para el reciclaje.

### Reciclado de botellas de plástico - PET.

Es la recolección de botellas de plástico descartables que lleva en la parte inferior un símbolo con el número 1 que corresponde al PET (Tereftalato de Polietileno).

### Obtención del PET, lavado y secado.

Por lo general en la recolección de las botellas PET se encontraron una serie de botellas sucias por el hecho de ser recolectadas manualmente, en el proceso de triturado se colocan las botellas de plástico dentro del tambor de la máquina

trituradora y se procede al triturado para así obtener las escamas de PET, seguidamente se lleva a un proceso de lavado con diferentes insumos que son añadidos para su lavado finalmente se lleva al aire libre para el secado; con el material ya listo para ser usado se procedió a realizar un proceso de tamizado de polímeros se usaron mallas de 1/2", 3/8", N°4 y N°200. Es necesario realizar el tamizado del PET para después realizar diferentes ensayos con el fin de lograr resultados eficientes, considerando el tamaño de las partículas y el que nos resulte con mayor capacidad de soporte expresados en valor de CBR.

### **Costo del PET.**

El costo del reciclaje de botellas de plástico descartables es bajo. Teniendo en el medio que el precio por kilogramo de botellas descartables recicladas mecánicamente es de 0.30 nuevos soles y el precio de botellas recicladas y trituradas de manera industrial es de s/. 0.50 por kilogramo.

### **El PET y el medio ambiente.**

El calentamiento global y la contaminación del medio ambiente hacen del reciclaje un proceso vital alcanzar la sostenibilidad, algo que solo se lograra con la cooperación de las autoridades, el sector privado y la ciudadanía en general.

Existen cifras alarmantes en el que cada año se produce 300 millones de toneladas de residuos plásticos en el planeta, la acumulación en peso de estos 300 millones de toneladas es casi el mismo peso de los 7600 millones de habitantes en el planeta y eso es cada año. (Ministerio del Ambiente Perú. Lucía Ruiz, 2019).

En el Perú solo se recicla el 2% de los residuos plásticos, y nosotros los peruanos producimos más de 350 kg. De basura al año, eso viene a ser diariamente unas 19000 toneladas de residuos plásticos a nivel nacional. (Ministerio del Ambiente, 2019).

El consumo integral del PET está calculado en 12 millones de ton. que correspondiente a incremento anual del 6%. "El mayor problema ambiental se este, es que tan sólo un 20% de PET que es consumido en el mundo entero es reciclado, el resto se termina en botaderos a cielo abierto y rellenos sanitarios ". (Web: el ecologista).

## **Estabilización de suelos.**

### **Estabilización mecánica de suelos.**

En el manual de carreteras, sección suelos menciona que el objetivo de estabilizar un suelo es el de mejorar el suelo existente, sin alterar su composición y estructura inicial del suelo sirviéndose de la compactación que ayuda a reducir el contenido de vacíos existentes en el interior del suelo. (MTC, 2014, pág. 98)

### **Estabilización por combinación de suelos.**

El MTC menciona también para estabilizar por combinación de suelos se establece la combinación de materiales existentes en un suelo, para mezclarlos con materiales de préstamo u otros, para sustituir la falta de gravas o arenas dependiendo sea el caso. En nuestra investigación encontramos suelos de sub rasante con gran cantidad de partículas finas y carentes de gravas, por tal motivo se le incorporara al suelo partículas PET como agregado, estas partículas reemplazaran a las gravas.

“Se realizará un trabajo de escarificación al suelo existente, esto se realizará a una profundidad 15 cm, para luego colocarse el material de préstamo. Los materiales disgregados y los de aporte serán humedecidos o aireados hasta adquirir la humedad adecuada de compactación, desde luego se eliminará partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), sí existiera. En seguida se procede a mezclar los dos materiales, se realizará el batido del suelo, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad de campo y espesores hasta el nivel de suelo natural fijado en el proyecto”. (MTC, 2014, pág. 98)

### **Estabilización por sustitución de los suelos.**

Cuando según la evaluación se determina la construcción de sub rasante mejorada únicamente con material agregado, tenemos dos opciones a tomar, que el estrato a mejorar descansa directamente sobre el suelo natural y la otra que se tenga que excavar con anticipación y sustituido por el material a agregar. En la primera posibilidad el material del suelo deberá ser escarificado, conformado y compactado a una profundidad de 150mm y a una densidad determinada para para cuerpos de terraplén.

Una vez se fije que el suelo que soportara las cargas esta logrado se precederá a colocar el material a agregar en capas con espesores que aseguren el nivel de sub rasante y la densidad requerida, con el empleo del equipo compactador que se

requiera. Estos materiales según se requiera pasaran a ser humedecidos o aireados y así poder lograr la humedad de compactación necesaria y posterior densificación. En la segunda opción que es mejorar el suelo con material totalmente agregado, requiere remover totalmente el suelo existente según al espesor a reemplazar. (MTC, 2014, págs. 98,99)

#### **Suelo estabilizado con cemento.**

Según el MTC “La estabilización del suelo con cemento se obtiene de la mezcla entre un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras adicciones, seguida de la compactación y curado adecuado. De esta manera se obtiene un material endurecido y más resistente, pero que a comparación del concreto los granos no están envueltos si no están unidos entres sí, es por esto que la resistencia y el módulo de elasticidad de la mescla suelo - cemento es inferior al del concreto”. (MTC, 2014, pág. 102)

#### **Suelo estabilizado con productos asfálticos**

“La estabilización de suelos con productos asfálticos tiene como fin el aumento de la estabilidad y la impermeabilización del suelo, los materiales que se utilizan son emulsiones asfálticas y los asfaltos fluidificados. La elección de la emulsión asfáltica a utilizar depende de la granulometría del suelo (los suelos más adecuados son los granulares con pocos finos), el contenido de humedad y de las condiciones climáticas, el MTC indica que para la estabilización de suelos, los asfaltos son considerados como aglutinantes con posibilidad a usarse con otros materiales, sin embargo su empleo está recomendado a suelos gruesos con IP bajos, en caso de tratarse de suelos con contenido arcilloso, señala que los asfaltos también pueden usarse pero solo le procura impermeabilidad; además, para el caso de suelos plásticos, con otros productos se logra mayor eficiencia y economía”. (MTC, 2014, págs. 107,108).

#### **Suelo estabilizado con cal.**

“Este tipo de estabilización se obtiene entre la mezcla del suelo, cal y agua. Generalmente es utilizado oxido cálcico denominado también cal anhidra o cal viva, se obtiene por el calcinamiento de material calizo. Tiene la propiedad de endurecerse en contacto con el medio ambiente cuando se mezcla con agua, esto por reacción del + anhídrido carbónico, por lo cual son llamadas cales aéreas, son adecuados los suelos de granulometría fina de cierta plasticidad”. (MTC, 2014, pág. 101)

“El efecto que produce la adición de cal a un suelo, es el de cambiar su plasticidad, con respecto a este punto nos indica que; suelos de plasticidad  $IP < 15$ , aumentan tanto en el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; e n cambio, en los suelos de plasticidad con  $IP > 15$  disminuye el IP”. (MTC, 2014, pág. 101).

Agentes que condicionan el procedimiento de suelos con cal:

- *Cantidad de arcillas en el suelo.* Este agente condiciona la validez de resultados durante el proceso de tratamiento con cal ya que es indispensable la presencia de arcillas en el suelo. La combinación del suelo y cal produce un fenómeno denominado floculación que reduce el porcentaje de finos, las arcillas son fuente de alúmina y sílice generando efectos puzolánicos que comprueba la estabilidad para suelos con cal, es indispensable que el suelo contenga gran cantidad de arcillas.
- *Contenido de materia orgánica.* El suelo está compuesto por diversas partículas que pueden absorber cationes de calcio o reaccionar, este a su vez puede no producir la reacción puzolánica de la cal con las arcillas del suelo; podemos decir que el contenido de materia orgánica en el suelo menores al 1% de no muestran inconvenientes.
- *PH del suelo.* El material como la cal y las arcillas requieren de un medio fundamentalmente básico, requiriendo un alto PH, con esto se garantiza un cambio iónico y una reacción puzolánica entre los dos elementos.
- *Humedad óptima de compactación.* Para la compactación es muy importante la humedad optima del suelo y de mucha importancia para la estabilización de suelos, esto quiere decir que al añadir agua a la mezcla de suelo y cal este tiene la capacidad de disolver los cationes y sustancias que facilitan el mejoramiento de suelos. Para el tratamiento suelo y cal se recomienda aplicar niveles de agua superiores a lo establecido por el ensayo proctor.

### **Suelo estabilizado con cloruro de sodio.**

En el Manual de carreteras del MTC indica que “EL uso del cloruro de sodio en estabilización de carreteras es favorable en cuanto al control de polvo en bases y superficie de rodadura para tránsito ligero, además de que evita la rápida evaporación del agua de compactación en zonas secas. La sal es un estabilizante natural, compuesto por 98% de NaCl y un 2% de arcillas y limos, cuya propiedad fundamental es el de ser higroscópico, es decir, absorbe la humedad del aire y de los materiales que lo rodean, mejorando la cohesión del suelo”. (MTC, 2014, pág. 104).

### **Estabilización con cloruro de calcio.**

“Este producto se comporta de forma parecida a la sal común, pero es lo prefieren debido al efecto oxidante que causa al usar el cloruro de sodio. Es así que el cloruro de calcio contribuye en la compactación y mejora la resistencia del suelo, evita el desmoronamiento de la superficie y es un atenuante del polvo.

Las características absorbentes que presenta el cloruro de calcio contribuyen con mantener la humedad en la superficie de la carretera. Su utilización se da en dos diferentes maneras, en granos regulares o Tipo 1 y en hojuelas o pelotillas o Tipo 11. La dosificación es de 1% - 2% de cloruro de calcio respecto al peso seco del suelo. El trabajo de mezclar, compactar y la terminación son bastante parecidos a estabilizar con cloruro de sodio. Por lo general su aplicación se da disuelta en agua a través del riego y en temporada seca”. (MTC, 2014, pág. 106).

### **Estabilización con cloruro de magnesio**

“El Mg Cl posee coloración blanca muy parecido a los cristales, posee más efectividad que el Ca Cl para elevar la tensión en la superficie logrando una superficie de rodadura de mayor resistencia. Químicamente, el Mg Cl está compuesto alrededor de un 10.5% de magnesio, un 33.5% de cloro, un 52% de agua y un 4% de impurezas, viscoso al tacto por su gran contenido de humedad”. (MTC, 2014, pág. 106).

Para su utilización en vías presenta estas propiedades:

- Higroscópica: Tiene la capacidad de captar humedad hasta en zonas áridas.
- Ligante: Une partículas finas, logrando consolidar la carpeta de rodadura.
- Resistente a la evaporación: Posee una baja tensión de vapor, lo que permite que no se pierda la humedad absorbida.
- Alta solubilidad en agua: Permitiéndole dar una solución de manera rápida y sencilla.

Figura 5.- Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador.

Área	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado	Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1 A	SW o SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Portland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM o SP - SM o SW - SC o SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM o SC o SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Portland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW o GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM o GP - GM o GW - GC o GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM o GC o GM - GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	(1) Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP > 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$			Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	

Fuente: (Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, 2014).

Tabla 19.- Especificaciones técnicas de tipo de estabilizadores y su aplicación según región

Zona	Materiales o suelos predominantes	Estabilizador de suelos aplicable
		<b>Sales, cemento Portland, ceniza</b>
<b>COSTA</b> (Altitud: hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	<b>volcánica, puzolana, emulsión asfáltica, productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, Sistemas, etc.)</b>
		<b>Sistemas, etc.)</b>
<b>SIERRA</b> (Altitud: entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	<b>Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana, emulsión asfáltica, productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)</b>
<b>CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA</b> (Altitud: entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	<b>Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana, emulsión asfáltica, cal, productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, Sistemas, etc.)</b>
<b>SELVA BAJA</b> (Altitud: MENOR A 400 msnm)	Suelos limo arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantemente finas (Clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	<b>Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana, emulsión asfáltica, cal, productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)</b>
<b>Fuente: (Documento técnico soluciones básicas en carreteras no pavimentadas, 2015)</b>		

*Recolección de Polímeros*



***Clasificación del Polímero***



***Llevado del Polímero al proceso de trituración***



***Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades físicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca - Rama Guzmán-Chiclayo 2021.***

## **GENERALIDADES**

A solicitud de los tesisistas **MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH** e **YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY**, se efectúa el presente estudio de suelos en el área destinada para el proyecto ***“APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM – CALLANCA – RAMA GUZMÁN – CHICLAYO 2021”***, con la finalidad de conocer las características geo mecánicas y comportamiento como base de sustentación de los suelos con el propósito de poder diseñar la estructura del pavimento.

### **UBICACIÓN DEL ESTUDIO**

El Proyecto se encuentra ubicado en el CPM CALLANCA – RAMA GUZMÁN **PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.**

### **INVESTIGACION DE CAMPO**

Los trabajos de campo han sido dirigidos a la obtención de la información necesaria para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante un programa de exploración directa, habiéndose ejecutado TRES calicatas a cielo abierto a profundidades de 1.50 m; distribuidas de tal manera que cubran toda el área de estudio y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación litológica de los suelos.

En esta fase se han efectuado toma de muestras por cada estrato, para sus ensayos pertinentes en el laboratorio, y muestras para las pruebas de C.B.R. (Razón Soporte California), con la finalidad de comprobar la mejora de las propiedades mecánicas de los suelos mediante la combinación del terreno natural con polímeros de alta densidad.

## ENSAYOS DE LABORATORIO

De las Muestras Alteradas tipo Mab, se realizaron los Ensayos de Propiedades Físicas: granulometría, límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico), contenido de humedad natural, y Clasificación de Suelo (SUCS).

Tabla 20.- Normatividad

ENSAYO	NORMA APLICABLE
A. GRANULOMETRICO	NTP 339.128
C. DE HUMEDAD	NTP 339.127
CLASIFICACION (SUCS)	NTP 339.134
LIMITE LIQUIDO	NTP 339.129
LIMITE PLASTICO	NTP 339.129
DESCRIPCIÓN VISUAL – MANUAL	NTP 339.150
PROCTOR MODIFICADO	NTP 339.141
CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)	NTP 339.145

Fuente: Elaborado por el laboratorio de mecánica de suelos

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

**Calicata C – 01:** Calicata realizada hasta la profundidad de 1.50 m, donde se observaron los siguientes estratos:

- A la profundidad de 0.00 a 0.50 m se observó la presencia de material de afirmado, de color beige claro.
- Entre la profundidad de 0.50 a 1.50 m se pudo observar la presencia de terreno natural, obteniendo mediante ensayos de laboratorio, suelo clasificado en el Sistema SUCS como CH (arcilla de alta plasticidad con arena), de color beige oscuro, semi húmedo y de consistencia medianamente firme.
- Durante la exploración no se detectó la presencia de nivel freático.

**Calicata C – 02:** Calicata realizada hasta la profundidad de 1.50 m, donde se encontró material de relleno y un estrato de terreno natural, los cuales se describen a continuación:

- A la profundidad de 0.00 a 1.00 m se observó la presencia de material de relleno no controlado, de color beige oscuro y presencia de suelo arcilloso.
- Entre la profundidad de 1.00 a 1.50 m se pudo observar la presencia de terreno natural, obteniendo mediante ensayos de laboratorio, suelo clasificado en el Sistema SUCS como CH (arcilla de alta plasticidad con arena), de color beige oscuro, semi húmedo y de consistencia medianamente firme.
- Durante la exploración no se detectó la presencia de nivel freático.

**Calicata C – 03:** Calicata realizada hasta la profundidad de 1.50 m, donde se encontró material de relleno y dos estratos de terreno natural, los cuales se describen a continuación:

- A la profundidad de 0.00 a 0.60 m se observó la presencia de material de relleno, de color beige claro y presencia de suelo limoso.
- Entre la profundidad de 0.60 a 0.90 m se pudo observar la presencia de terreno natural, obteniendo mediante ensayos de laboratorio, suelo clasificado en el Sistema SUCS como **ML** (limo de baja plasticidad con arena), de color beige claro, con bajo porcentaje de humedad y de compactación medianamente densa.
- De 0.90 a 1.50 m se pudo observar el terreno natural clasificado en el Sistema SUCS como CH (arcilla de alta plasticidad con arena), de color beige oscuro, semi húmedo y de consistencia medianamente firme.
- Durante la exploración no se detectó la presencia de nivel freático.

## INTERPRETACION DE RESULTADOS

De los ensayos realizados en el laboratorio, se obtuvieron los siguientes parámetros con la finalidad de determinar las propiedades físicas de los suelos presentes en la zona de estudio.

Tabla 21.- Parámetros físicos

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	SUCS	W%	LL%	LP%	IP
C – 1	M – 1	0.50 – 1.50	CH	14.44	52.14	22.61	29.53
C – 2	M – 1	1.00 – 2.50	CH	11.11	53.71	22.37	31.35
C – 3	M – 1	0.60 – 0.90	ML	9.48	18.22	15.07	3.15
	M – 2	0.90 – 1.50	CH	25.87	55.83	22.06	33.77

Fuente: Elaborado por el laboratorio de mecánica de suelos

### NIVEL FREATICO

No se detectó nivel freático en ninguna de las exploraciones realizadas en la zona de estudio-

### ASPECTOS GEOLOGICOS

#### GEOLOGÍA

La zona del proyecto, y en general todo el valle del Chancay, están apoyados sobre un depósito de suelos finos, sedimentarios, heterogéneos, de unidades estratigráficas recientes en estado sumergido y no saturado. Un análisis cualitativo de la estratigrafía que conforma los depósitos sedimentarios de suelos finos ubica un estrato de potencia definida sobre depósitos fluviales, eólicos, aluviales del cuaternario reciente.

#### GEOTECNIA

Son diversos los problemas de capacidad de carga, asentamientos, expansión, etc., que plantean los depósitos de suelos finos sedimentarios; más aún si se tiene en cuenta el fenómeno que se presenta por la variación de la napa freática, que en determinadas épocas del año ubican a estos suelos en condiciones de sumergido y saturado. Este fenómeno de variación de la

napa freática se debe fundamentalmente a que la zona de Lambayeque se ubica topográficamente más bajo respecto a las zonas agrícolas que la rodean y estos depósitos presentan en su estratigrafía estratos permeables por donde discurre el agua, elevando el nivel de la napa freática en tiempo de máximas avenidas.

### **GEODINAMICA EXTERNA**

El sub suelo de actividad de cimentación no está sujeto a socavaciones ni deslizamientos, así como no se ha encontrado evidencias de hundimientos ni levantamientos en el terreno; asimismo la geodinámica externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno de deslizamiento de masas de tierra, etc.

### **ANÁLISIS DEL PAVIMENTO**

Se realizó el ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.) mezclando el terreno natural con polímero de alta densidad en diferentes porcentajes, obteniendo lo siguientes resultados:

Tabla 22.- Resultados del ensayo C.B.R.

<b>MUESTRA</b>	<b>% POLÍMERO</b>	<b>OCH</b>	<b>MDS</b>	<b>C.B.R. (100%)</b>	<b>C.B.R. (95%)</b>
M - 01	1%	17.21	1.64	5.15	4.00
M - 02	3%	16.36	1.66	5.25	4.10
M - 03	5%	15.37	1.68	5.35	4.10

Fuente: Elaborado por el laboratorio de mecánica de suelos

Tabla 23.- Resultados del ensayo proctor

<b>MUESTRA</b>	<b>% POLÍMERO</b>	<b>OCH</b>	<b>MDS</b>
M - 01	1%	17.21	1.64
M - 02	3%	16.35	1.66
M - 03	5%	15.38	1.68

Fuente: Elaborado por el laboratorio de mecánica de suelos

## CONCLUSIONES

De acuerdo a la información de campo y laboratorio realizados, se pueden obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- La zona de estudio se encuentra ubicada en el CPM Callanca, Provincia de Chiclayo y Departamento de Lambayeque.
- Se realizaron 03 calicatas a cielo abierto, alcanzando una profundidad máxima de 1.50 m, extrayendo muestras alteradas del tipo Mab, las cuales posteriormente fueron analizadas en laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos presentes en la zona.
- Durante las exploraciones realizadas, no se pudo detectar la presencia de nivel freático.
- En el tramo estudiado predominan suelos del tipo arcilloso, clasificados en el sistema SUCS como **CH** (arcillas de alta plasticidad con arena), también se encontraron suelos del tipo **ML** (limos de baja plasticidad con arena).

***Ejecución de Calicatas para la extracción del suelo natural.***



***Suelo extraído para ensayos de laboratorio***



*Secado del material para proceder a tamizarlo.*



*Tamizado del material seco.*



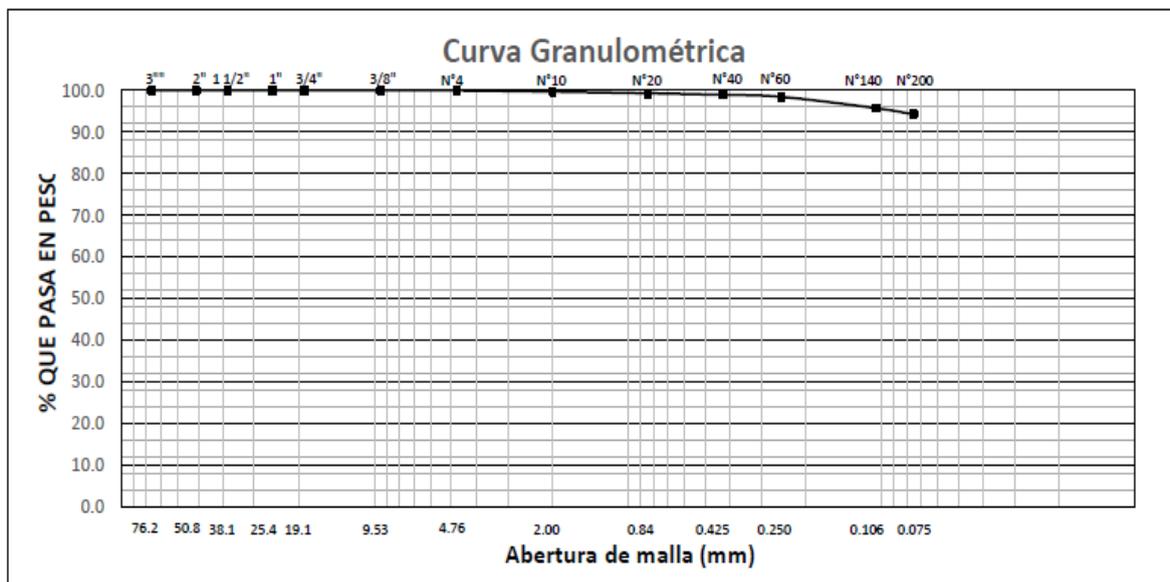
***Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades mecánicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.***

# **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Figura 6.- Clasificación SUCS Calicata 1

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN  
 CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
NTP 339 - 128						
ABERTURA DE MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pulg.)	(mm)					
3"	76.200					PESO INICIAL (gr.) : 244.38
2"	50.800					PESO LAVADO (gr.) : 230.41
1 1/2"	38.100					CALICATA : C - 01
1"	25.400					MUESTRA : M - 01
3/4"	19.050					PROFUNDIDAD : ---
3/8"	9.525					ZONA : ---
Nº 4	4.760	---	---	---	100.00	LIMITE LIQUIDO (%) : 52.14
Nº 10	2.000	0.69	0.28	0.28	99.72	LIMITE PLASTICO (%) : 22.61
Nº 20	0.840	0.95	0.39	0.67	99.33	INDICE PLASTICIDAD (%) : 29.53
Nº 40	0.425	0.90	0.37	1.04	98.96	
Nº 60	0.250	1.18	0.48	1.52	98.48	SUCS : CH
Nº 140	0.106	6.61	2.70	4.23	95.77	Arcilla de alta plasticidad
Nº 200	0.075	3.64	1.49	5.72	94.28	AASHTO : A-7-6 (18)
< Nº 200	FONDO	230.41	94.28	100.00	0.00	

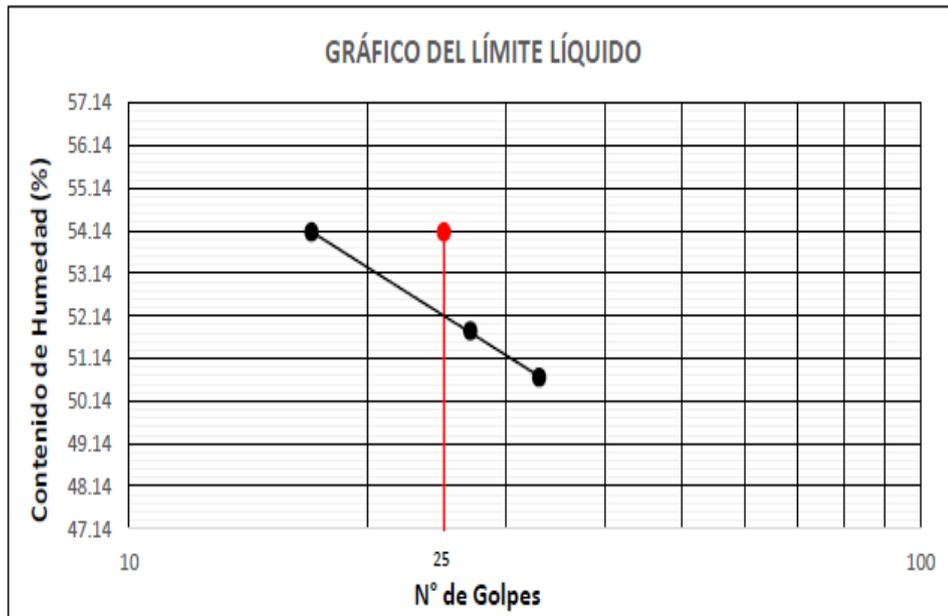


Nota :

**Clasificación SUCS Calicata 1**

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129					
DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de Tara	4	8	10	49	6
Nº de Golpes	17	27	33	---	---
Tara + Suelo húmedo	34.91	35.02	34.92	17.95	18.51
Tara + Suelo seco	27.00	27.47	27.60	16.81	17.31
Peso del Agua	7.91	7.55	7.32	1.14	1.20
Peso de la Tara	12.38	12.89	13.16	11.74	12.03
Peso del Suelo Seco	14.62	14.58	14.44	5.07	5.28
Porcentaje de Humedad	54.10	51.78	50.69	22.49	22.73



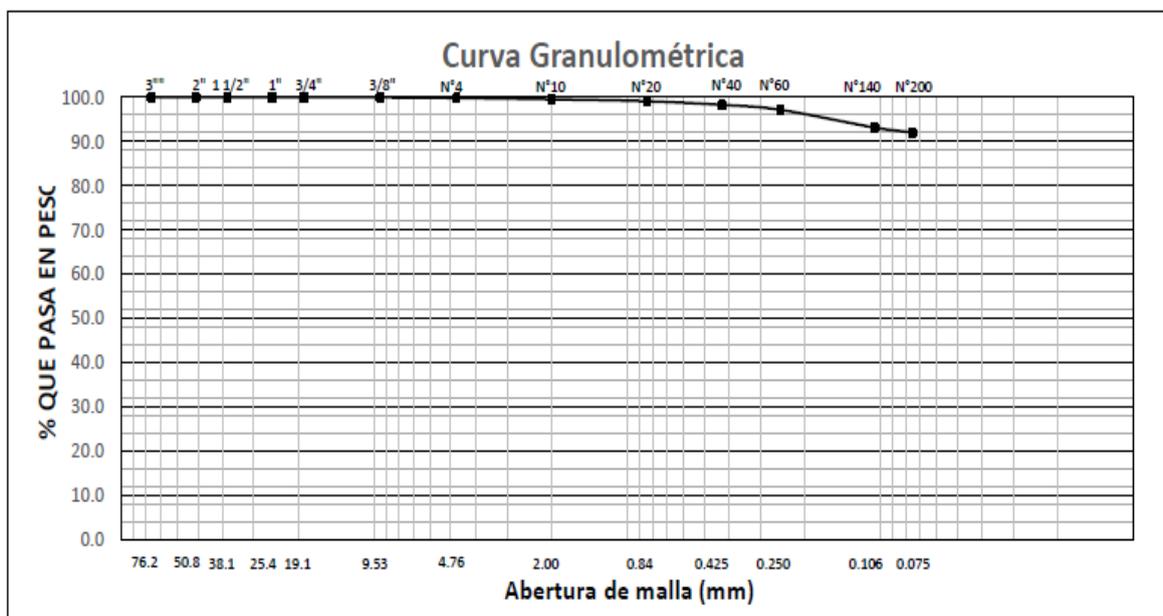
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	52.14
Límite Plástico	22.61
Índice de Plasticidad	29.53

CALICATA	C - 01 / M - 01
Profundidad	---
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6 (18)

Figura 7.- Clasificación SUCS Calicata 2

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

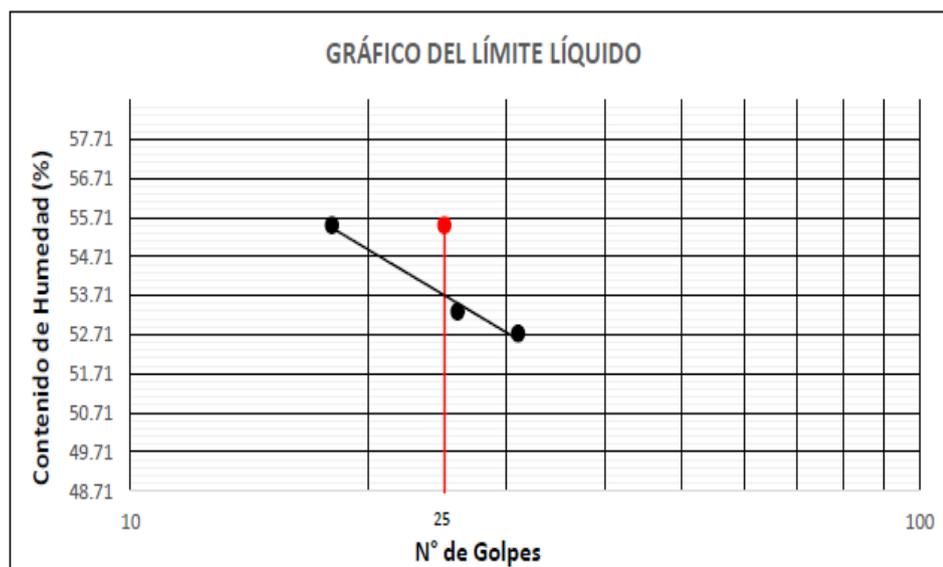
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ABERTURA DE MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
(Pulg.)	(mm)					
3"	76.200					PESO INICIAL (gr.) : 261.27
2"	50.800					PESO LAVADO (gr.) : 240.52
1 1/2"	38.100					CALICATA : C - 02
1"	25.400					MUESTRA : M - 01
3/4"	19.050					PROFUNDIDAD : --
3/8"	9.525	--	--	--	100.00	ZONA : --
Nº 4	4.760	0.36	0.14	0.14	99.86	LÍMITE LIQUIDO (%) : 53.71
Nº 10	2.000	0.78	0.30	0.44	99.56	LÍMITE PLÁSTICO (%) : 22.37
Nº 20	0.840	1.14	0.44	0.87	99.13	ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%) : 31.35
Nº 40	0.425	2.15	0.82	1.70	98.30	
Nº 60	0.250	2.90	1.11	2.81	97.19	SUCS : CH
Nº 140	0.106	10.51	4.02	6.83	93.17	Arcilla de alta plasticidad
Nº 200	0.075	2.91	1.11	7.94	92.06	AASHTO : A-7-6 (15)
< Nº 200	FONDO	240.52	92.06	100.00	0.00	



## Clasificación SUCS Calicata 2 muestra 1

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129					
DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de Tara	23	11	9	2	17
Nº de Golpes	18	26	31	---	---
Tara + Suelo húmedo	34.52	34.55	34.45	18.68	19.02
Tara + Suelo seco	26.51	26.62	26.63	17.48	17.71
Peso del Agua	8.01	7.93	7.82	1.20	1.31
Peso de la Tara	12.08	11.74	11.80	12.08	11.89
Peso del Suelo Seco	14.43	14.88	14.83	5.40	5.82
Porcentaje de Humedad	55.51	53.29	52.73	22.22	22.51



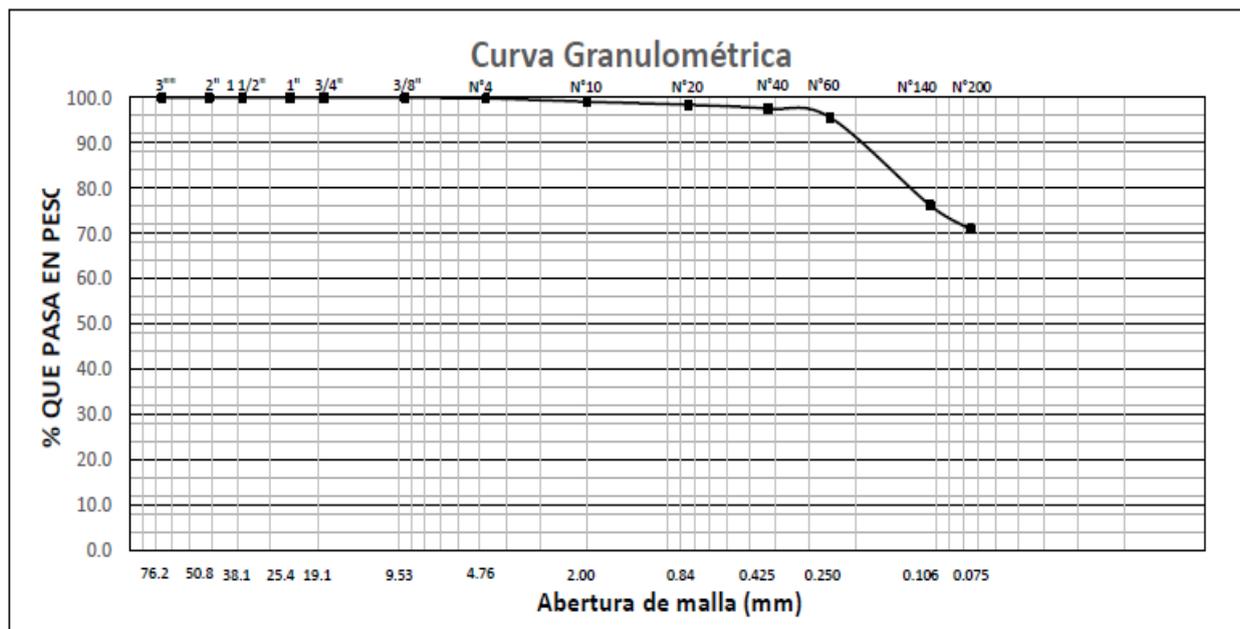
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	53.71
Límite Plástico	22.37
Índice de Plasticidad	31.35

CALICATA	C - 02 / M - 01
Profundidad	---
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6 (15)

Figura 8.- Clasificación SUCS Calicata 2 muestra 2

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ABERTURA DE MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
(Pulg.)	(mm)					
3"	76.200					PESO INICIAL (gr.) : 248.56
2"	50.800					PESO LAVADO (gr.) : 176.22
1 1/2"	38.100					CALICATA : C - 03
1"	25.400					MUESTRA : M - 01
3/4"	19.050					PROFUNDIDAD : ---
3/8"	9.525	---	---	---	100.00	ZONA : ---
Nº 4	4.760	0.31	0.12	0.12	99.88	LÍMITE LÍQUIDO (%) : 18.22
Nº 10	2.000	1.89	0.76	0.89	99.11	LÍMITE PLÁSTICO (%) : 15.07
Nº 20	0.840	1.68	0.68	1.56	98.44	ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%) : 3.15
Nº 40	0.425	2.14	0.86	2.42	97.58	
Nº 60	0.250	4.74	1.91	4.33	95.67	SUCS : ML
Nº 140	0.106	48.32	19.44	23.77	76.23	Limo de baja plasticidad con arena
Nº 200	0.075	13.26	5.33	29.10	70.90	AASHTO : A-4 (8)
< Nº 200	FONDO	176.22	70.90	100.00	0.00	

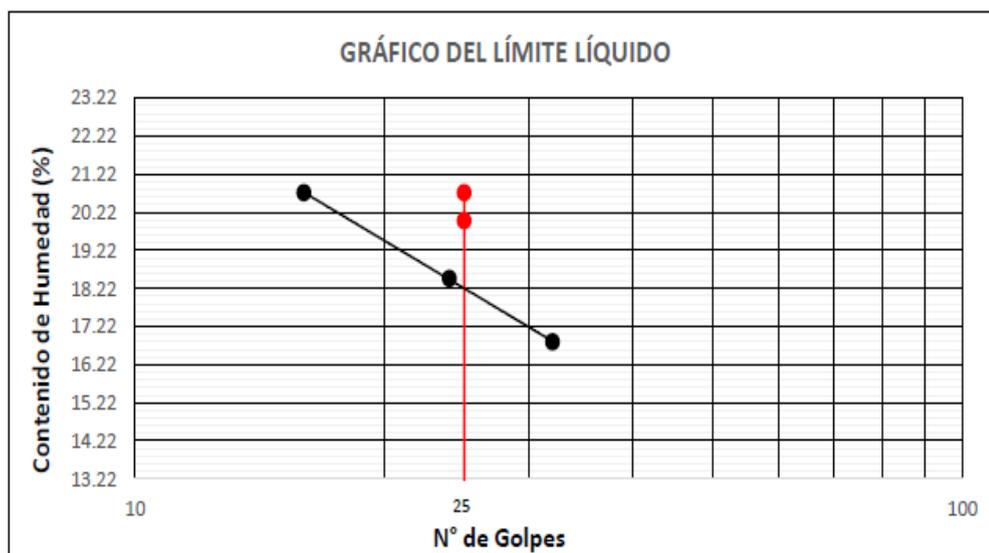


Nota :

## Clasificación SUCS Calicata 2 muestra 2

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129					
DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de Tara	28	14	30	20	18
Nº de Golpes	16	24	32	---	---
Tara + Suelo húmedo	37.87	38.55	39.66	19.82	19.9
Tara + Suelo seco	33.55	34.47	35.64	18.85	18.88
Peso del Agua	4.32	4.08	4.02	0.97	1.02
Peso de la Tara	12.71	12.39	11.73	12.37	12.16
Peso del Suelo Seco	20.84	22.08	23.91	6.48	6.72
Porcentaje de Humedad	20.73	18.48	16.81	14.97	15.18



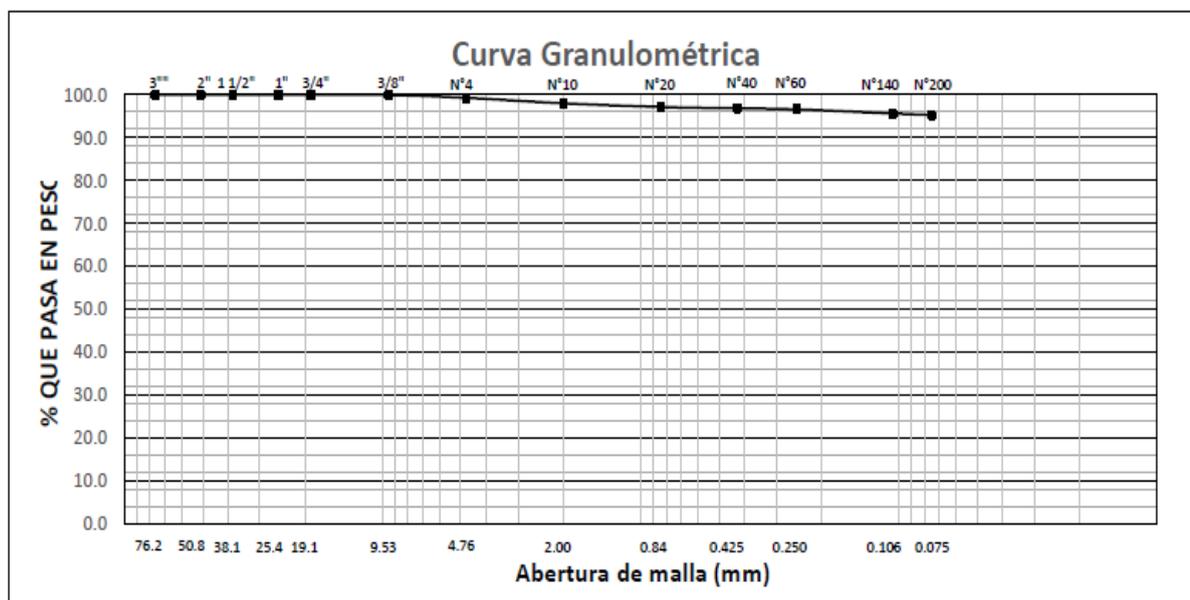
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	18.22
Límite Plástico	15.07
Índice de Plasticidad	3.15

CALICATA	C - 03 / M - 01
Profundidad	---
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4 (8)

Figura 9.- Clasificación SUCS Calicata 3

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
NTP 339 - 128							
ABERTURA DE MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
(Pulg.)	(mm)						
3"	76.200					PESO INICIAL (gr.)	: 240.45
2"	50.800					PESO LAVADO (gr.)	: 229.21
1 1/2"	38.100					CALICATA	: C - 03
1"	25.400					MUESTRA	: M - 02
3/4"	19.050					PROFUNDIDAD	: ---
3/8"	9.525	---	---	---	100.00	ZONA	: ---
N° 4	4.760	1.65	0.69	0.69	99.31	LIMITE LIQUIDO (%)	: 55.83
N° 10	2.000	3.09	1.29	1.97	98.03	LIMITE PLASTICO (%)	: 22.06
N° 20	0.840	2.05	0.85	2.82	97.18	INDICE PLASTICIDAD (%)	: 33.77
N° 40	0.425	0.76	0.32	3.14	96.86		
N° 60	0.250	0.58	0.24	3.38	96.62	SUCS	: CH
N° 140	0.106	2.29	0.95	4.33	95.67	Arcilla de alta plasticidad	
N° 200	0.075	0.82	0.34	4.67	95.33	AASHTO	: A-7-6 (15)
< N° 200	FONDO	229.21	95.33	100.00	0.00		

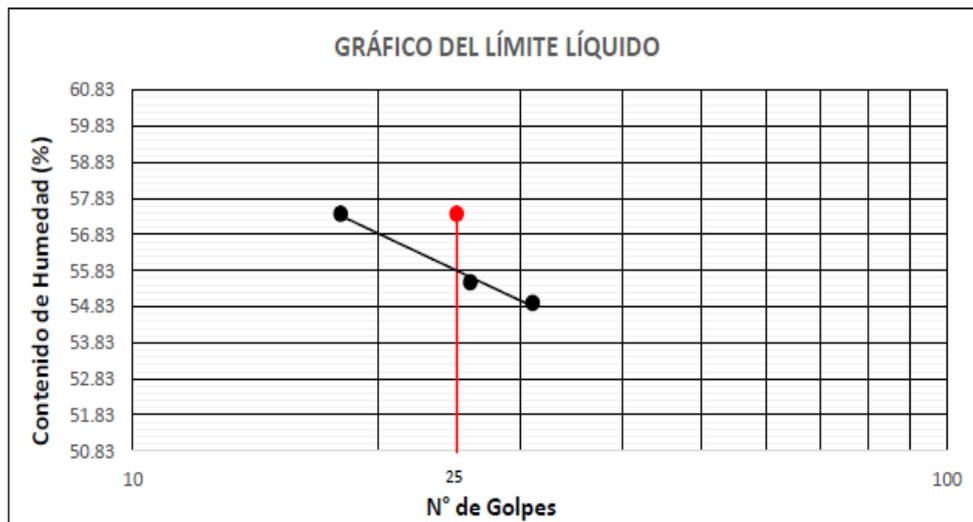


Nota :

### Clasificación SUCS Calicata 3

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129					
DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de Tara	9	10	4	22	18
Nº de Golpes	18	26	31	---	---
Tara + Suelo húmedo	34.58	33.94	34.01	18.71	18.63
Tara + Suelo seco	26.51	26.02	26.27	17.52	17.4
Peso del Agua	8.07	7.92	7.74	1.19	1.23
Peso de la Tara	12.45	11.75	12.18	12.10	11.85
Peso del Suelo Seco	14.06	14.27	14.09	5.42	5.55
Porcentaje de Humedad	57.40	55.50	54.93	21.96	22.16



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	55.83
Límite Plástico	22.06
Índice de Plasticidad	33.77

CALICATA	C - 03 / M - 02
Profundidad	---
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6 (15)

Figura 10.- Contenido de humedad

<b>HUMEDAD NATURAL</b>				
<b>ASTM D - 2216</b>				
<b>TESISTAS</b>	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY			
<b>PROYECTO</b>	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021			
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE			
<b>FECHA</b>	: 14/04/2021			
<b>CALICATA / TRINCHERA</b>	<b>C - 01</b>	<b>C - 02</b>	<b>C - 03</b>	<b>C - 03</b>
<b>MUESTRA</b>	M - 01	M - 01	M - 01	M - 02
<b>PROGRESIVA</b>	---	---	---	---
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.50 - 1.50	1.00 - 2.50	0.60 - 0.90	0.90 - 1.50
<b>Nº Recipiente</b>	26	16	32	14
<b>Peso Suelo Húmedo + Recipiente</b>	1392.00	1074.00	898.00	945.00
<b>Peso Suelo Seco + Recipiente</b>	1231.00	977.00	832.00	774.00
<b>Peso del Agua</b>	161.00	97.00	66.00	171.00
<b>Peso Recipiente</b>	116.00	104.00	136.00	113.00
<b>Peso Suelo Seco</b>	1115.00	873.00	696.00	661.00
<b>Porcentaje de Humedad</b>	<b>14.44%</b>	<b>11.11%</b>	<b>9.48%</b>	<b>25.87%</b>

Figura 11.- Proctor Estándar al 1% de polímeros

**TESISTAS** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : M - 01  
**MEZCLA** : MEZCLA AL 1% DE POLÍMEROS DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 14/04/2021

PROCTOR ESTÁNDAR					
<b>MOLDE N°</b>	:				
<b>VOLUMEN</b>	:	<b>2105</b>	cm <sup>3</sup>	—	pie <sup>3</sup>
<b>METODO DE COMPACTACION</b>	:	<b>AASHTO T - 180 D</b>			
Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	10203	10477	10413	10308
Peso de Molde	(g)	6435	6435	6435	6435
Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3768	4042	3978	3873
Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.790	1.920	1.890	1.840
Recipiente N°		2	30	12	11
Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	141.41	133.26	134.17	144.36
Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	128.90	119.57	118.09	125.78
Tara	(g)	45.33	40.05	36.65	39.94
Peso de Agua	(g)	12.51	13.69	16.08	18.58
Peso de Suelo Seco	(g)	83.57	79.52	81.44	85.84
Contenido de agua	(%)	14.97	17.22	19.74	21.64
Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.56	1.64	1.58	1.51

**Máxima Densidad Seca** : **1.64 gr/cm<sup>3</sup>**  
**Optimo Contenido de Humedad** : **17.21 %**

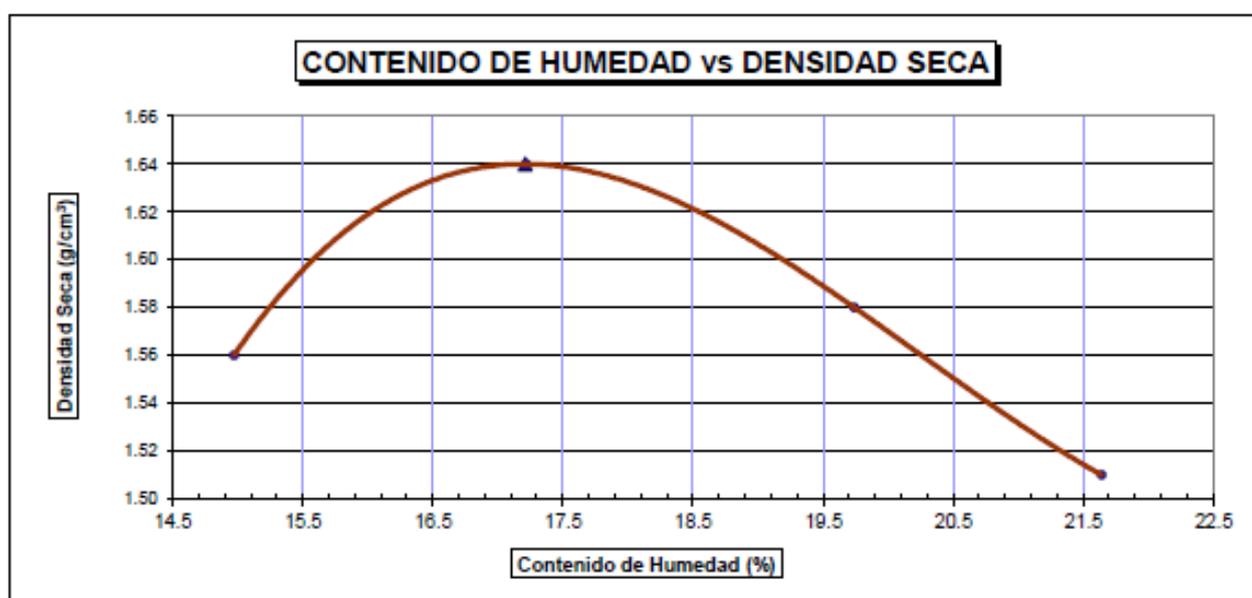


Figura 12.- Proctor Estándar al 3% de polímeros artificiales.

**TESISTAS** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : M - 01  
**MEZCLA** : MEZCLA AL 3% DE POLÍMEROS DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 14/04/2021

<b>PROCTOR ESTÁNDAR</b>				
<b>MOLDE N°</b>	:			
<b>VOLUMEN</b>	:	<b>2105</b>	cm <sup>3</sup>	— pie <sup>3</sup>
<b>METODO DE COMPACTACION</b>	:	<b>AASHTO T - 180 D</b>		
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	10224	10498	10435
Peso de Molde	(g)	6435	6435	6435
Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3789	4063	4000
Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.800	1.930	1.900
Recipiente N°		19	21	5
Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	168.89	169.34	170.19
Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	153.85	152.80	150.73
Tara	(g)	48.65	51.65	47.66
Peso de Agua	(g)	14.84	16.54	19.46
Peso de Suelo Seco	(g)	105.20	101.15	103.07
Contenido de agua	(%)	14.11	16.35	18.88
Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.66	1.60

**Máxima Densidad Seca** : **1.66** gr/cm<sup>3</sup>  
**Optimo Contenido de Humedad** : **16.35** %

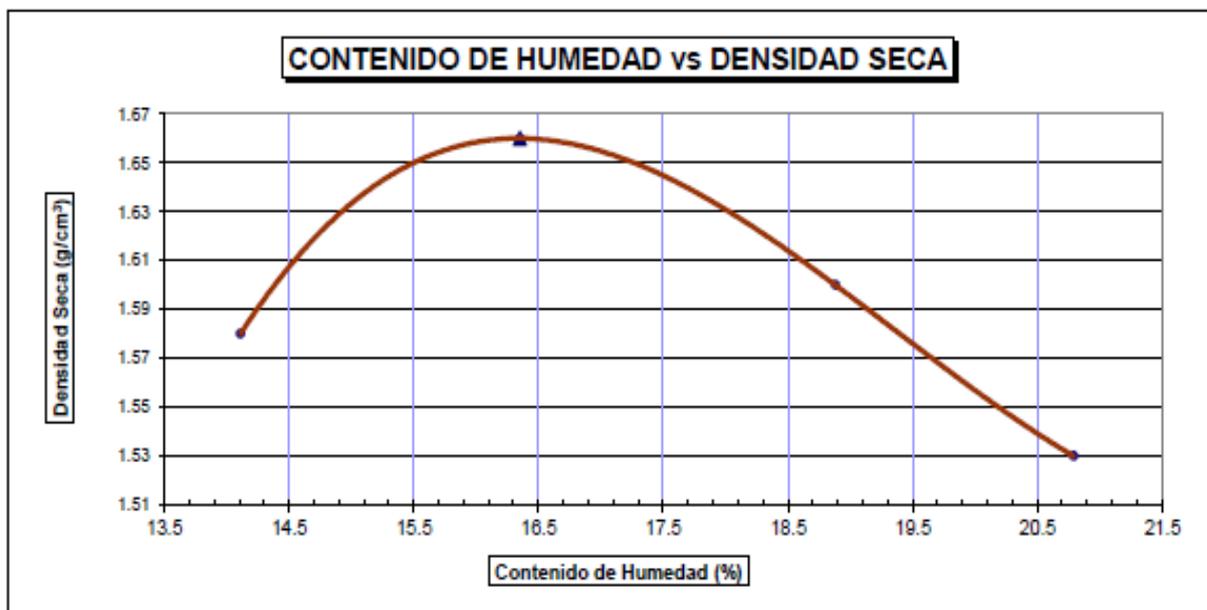
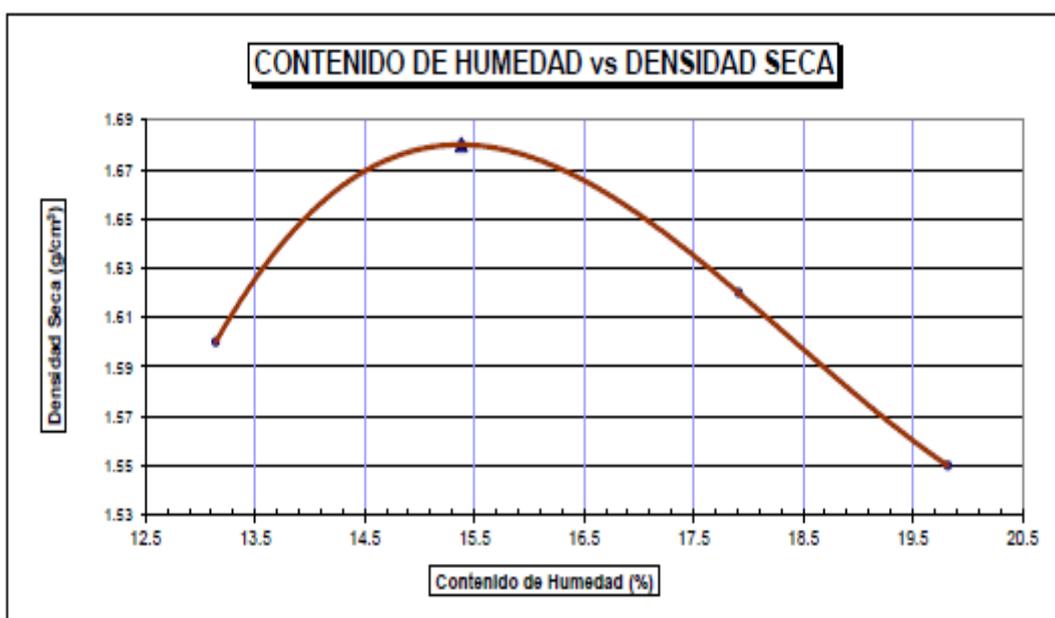


Figura 13.- Proctor Estándar al 5% de polímeros artificiales.

**TESISTAS** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**CALICATA** : C-01  
**MUESTRA** : M-01  
**MEZCLA** : MEZCLA AL 5% DE POLÍMEROS DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 14/04/2021

PROCTOR ESTÁNDAR					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2105	cm <sup>3</sup>	--- pie <sup>3</sup>	
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	10245	10519	10456	10350
Peso de Molde	(g)	6435	6435	6435	6435
Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3810	4084	4021	3915
Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.810	1.940	1.910	1.860
Recipiente N°		25	1	7	8
Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	150.26	145.30	153.95	161.48
Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	138.21	131.82	137.91	142.86
Tara	(g)	46.52	44.18	48.35	48.90
Peso de Agua	(g)	12.05	13.48	16.04	18.62
Peso de Suelo Seco	(g)	91.69	87.64	89.56	93.96
Contenido de agua	(%)	13.14	15.38	17.91	19.82
Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.68	1.62	1.55

Máxima Densidad Seca : **1.68** gr/cm<sup>3</sup>  
 Óptimo Contenido de Humedad : **15.38** %



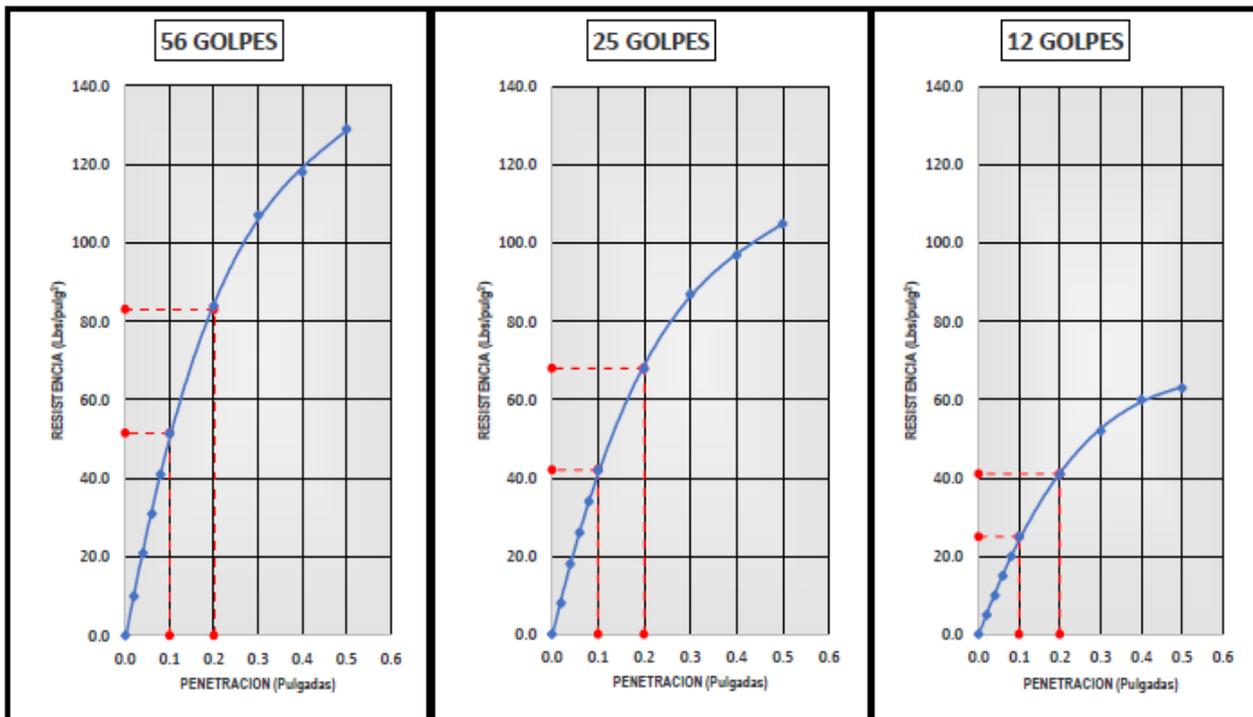


CBR muestra 1

TESISTA	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY
PROYECTO	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
MUESTRA	: M - 01 / MEZCLA AL 1% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD
FECHA	: 10/04/2021

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.64
Humedad Óptima (%)	17.21%

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	5.15
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	4.00



Carga (1°): 52Lbs/pulg2	Carga (2°): 83Lbs/pulg2	Carga (1°): 42Lbs/pulg2	Carga (2°): 68Lbs/pulg2	Carga (1°): 25Lbs/pulg2	Carga (2°): 41Lbs/pulg2
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

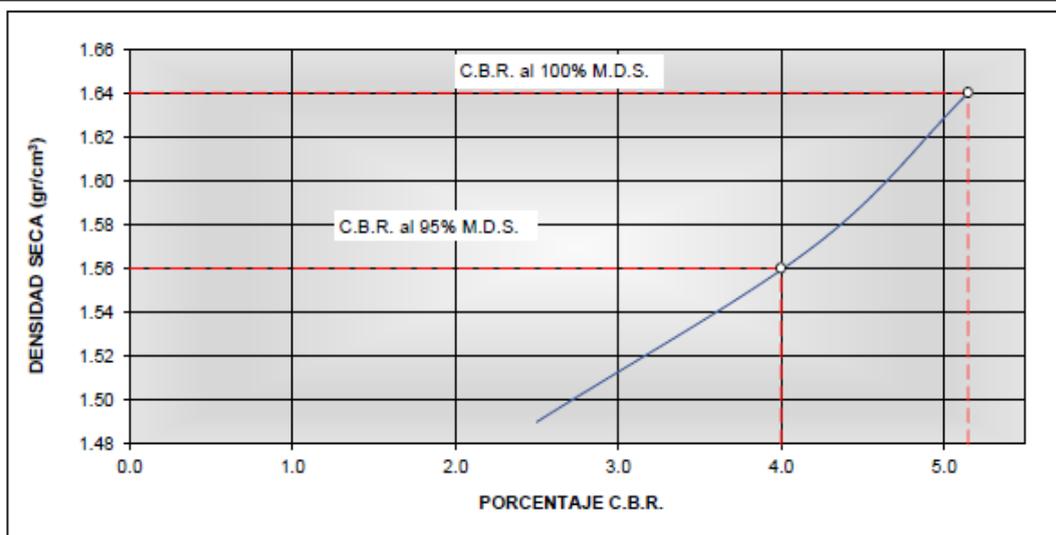


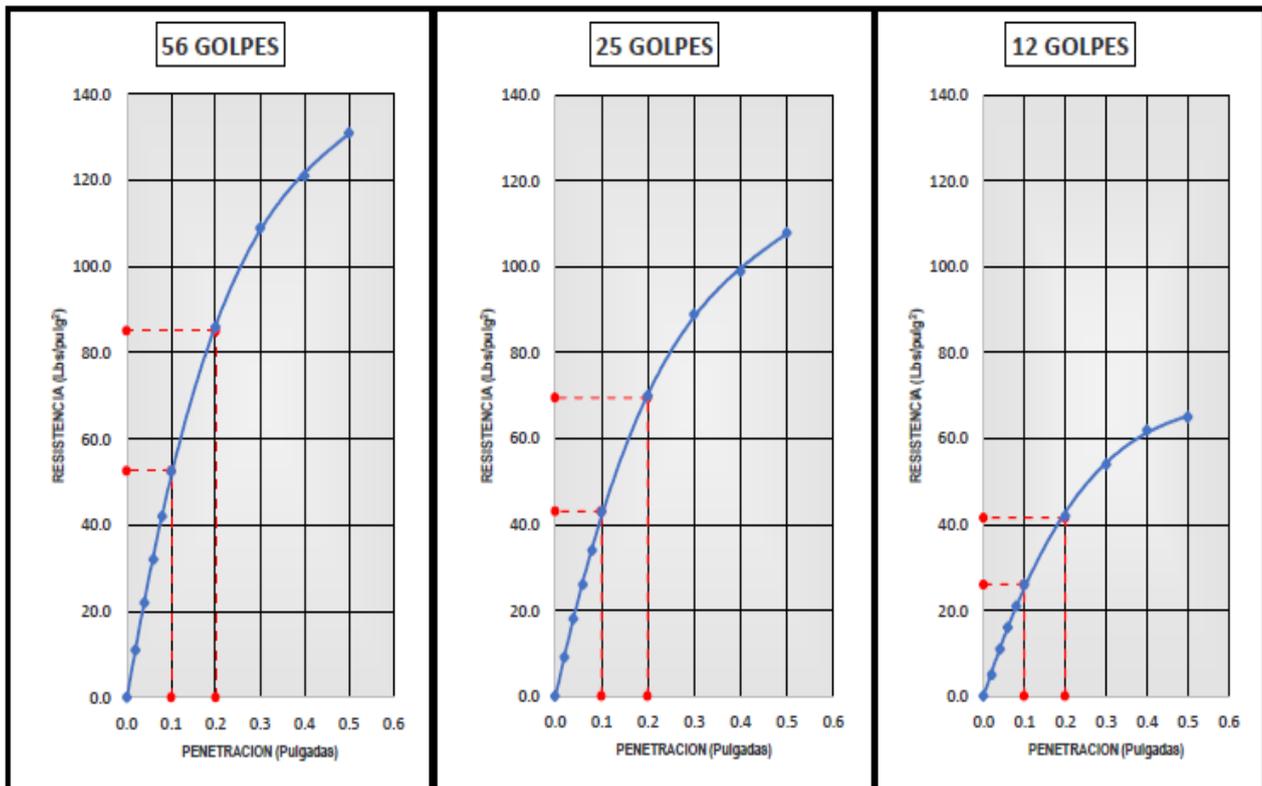
Figura 15.- CBR muestra 2

TESISTA	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY												
PROYECTO	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021												
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE												
MUESTRA	: M - 01 / MEZCLA AL 3% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD												
FECHA	: 10/04/2021												
<b>C.B.R.</b>													
MOLDE N°	2		3		5								
CAPAS N°	5		5		5								
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12								
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDI (g)	12,127	12,204	12,047	12,156	11,683	11,879							
PESO DEL MOLDE (g)	7,600	7,600	7,464	7,464	7,636	7,636							
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4527	4604	4583	4692	4047	4243							
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,343	2,343	2,468	2,468	2,302	2,302							
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.93	1.97	1.86	1.9	1.76	1.84							
CAPSULA N°	1	21	11	10	6	18							
PESO CAPSULA + SUELO HUM (g)	142.01	138.74	148.71	152.38	129.44	150.85							
PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)	133.90	128.81	139.44	141.97	122.39	137.65							
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.11	9.93	9.27	10.41	7.05	13.2							
PESO DE CAPSULA (g)	84.33	72.64	84.18	86.68	79.51	75.51							
PESO DE SUELO SECO (g)	49.57	56.17	55.26	55.29	42.9	62.14							
HUMEDAD (%)	16.36%	17.68%	16.78%	18.83%	16.44%	21.24%							
DENSIDAD SECA	1.66	1.67	1.59	1.6	1.51	1.52							
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
				NO REGISTRA									
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				MOLDE N° 5			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		15.00	33	11.00		12.30	27.1	9.00		6.80	15	5.00	
0.040		30.00	66.0	22.00		24.50	53.9	18.00		15.00	33	11.00	
0.060		43.80	95.9	32.00		35.50	78.1	26.00		21.80	48	16.00	
0.080		57.30	126.1	42.00		46.40	102.1	34.00		28.80	62.9	21.00	
0.100	1000	71.80	157.5	52.50	5.25	58.80	128.9	43.00	4.30	35.50	78.1	26.00	2.60
0.200	1500	117.30	258.1	86.00		95.50	210.1	70.00		57.30	126.1	42.00	
0.300		148.60	326.9	109.00		121.40	267.1	89.00		73.80	161.9	54.00	
0.400		165.00	363	121.00		135.00	297	99.00		84.50	185.9	62.00	
0.500		178.60	392.9	131.00		147.30	324.1	108.00		88.80	194.9	65.00	

## CBR muestra 2

<b>TESISTA</b>	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY
<b>PROYECTO</b>	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
<b>MUESTRA</b>	: M - 01 / MEZCLA AL 3% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD
<b>FECHA</b>	: 10/04/2021

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.66	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	5.25
Humedad Óptima (%)	16.36%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	4.10



Carga (1°): 53Lbs/pulg2	Carga (2°): 85Lbs/pulg2	Carga (1°): 43Lbs/pulg2	Carga (2°): 70Lbs/pulg2	Carga (1°): 26Lbs/pulg2	Carga (2°): 42Lbs/pulg2
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

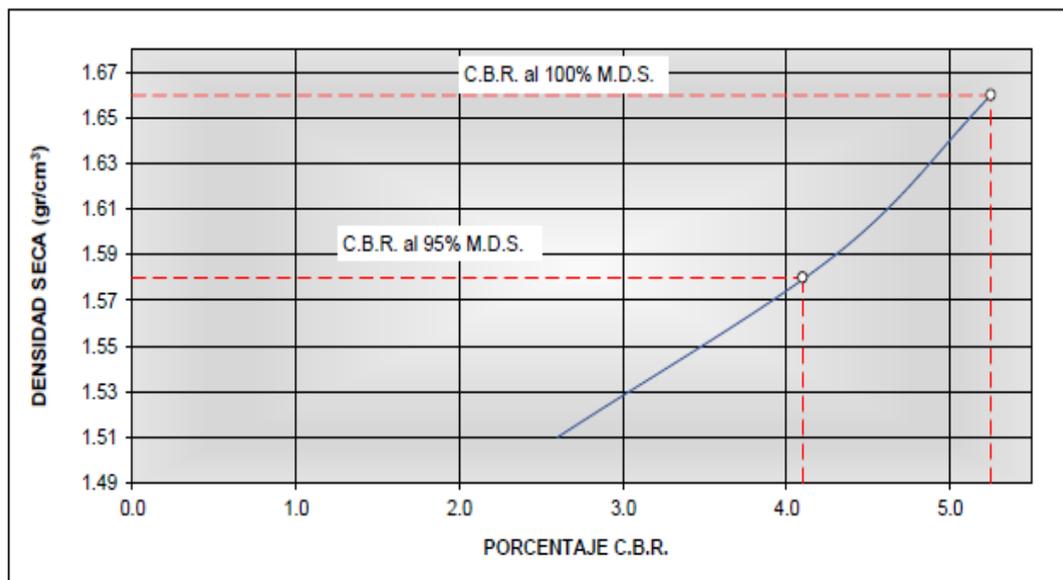


Figura 16.- CBR muestra 3

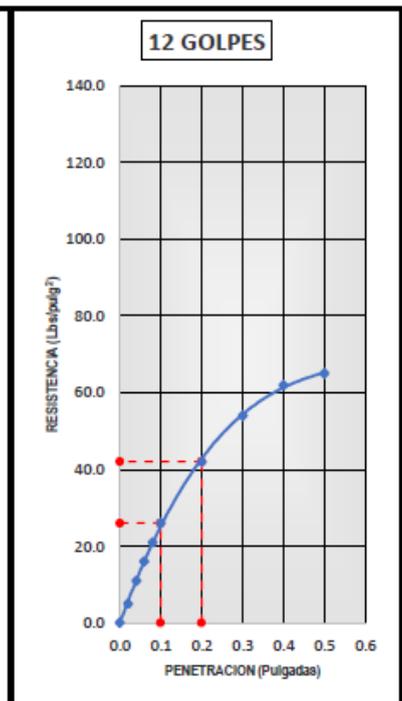
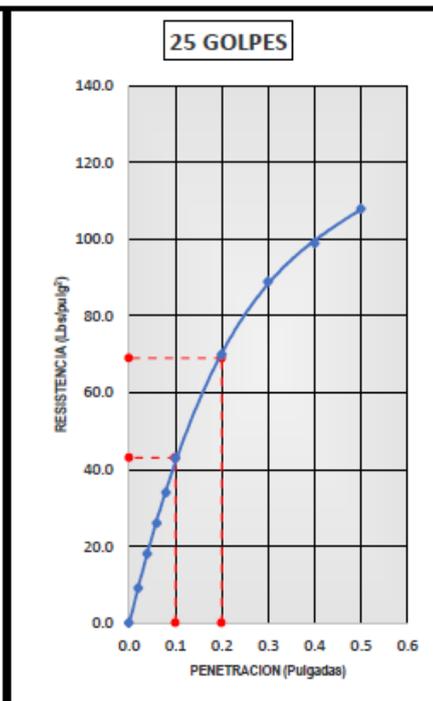
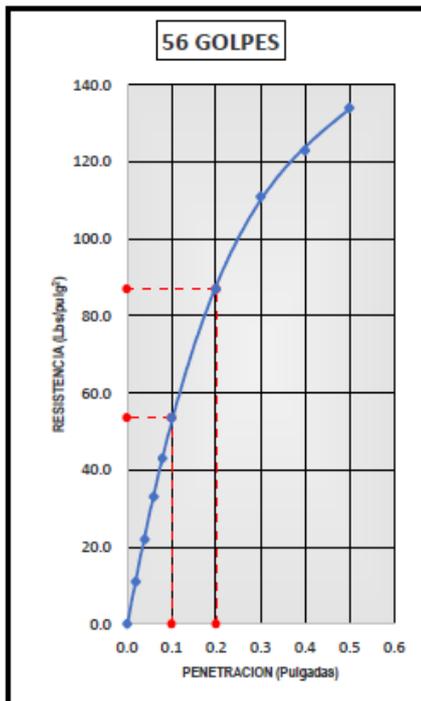
TESISTA	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY												
PROYECTO	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, CPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021												
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE												
MUESTRA	: M - 01 / MEZCLA AL 5% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD												
FECHA	: 10/04/2021												
<b>C.B.R.</b>													
MOLDE N°	5		3		2								
CAPAS N°	5		5		5								
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12								
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA							
PESO MOLDE + SUELO HUMEDI (g)	12,097	12,176	12,064	12,175	11,738	11,939							
PESO DEL MOLDE (g)	7,636	7,636	7,464	7,464	7,600	7,600							
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4461	4540	4600	4711	4138	4339							
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302	2,302	2,468	2,468	2,343	2,343							
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.94	1.97	1.86	1.91	1.77	1.85							
CAPSULA N°	24	15	13	3	17	8							
PESO CAPSULA + SUELO HUM (g)	136.84	148.18	139.63	139.34	135.85	154.99							
PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)	129.22	138.81	130.90	129.47	129.23	142.39							
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.62	9.37	8.73	9.87	6.62	12.6							
PESO DE CAPSULA (g)	79.65	82.64	75.64	74.18	86.35	80.25							
PESO DE SUELO SECO (g)	49.57	56.17	55.26	55.29	42.9	62.14							
HUMEDAD (%)	15.37%	16.68%	15.80%	17.85%	15.44%	20.28%							
DENSIDAD SECA	1.68	1.69	1.61	1.62	1.53	1.54							
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
				NO REGISTRA									
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 5				MOLDE N° 3				MOLDE N° 2			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		15.00	33	11.00		12.30	27.1	9.00		6.80	15	5.00	
0.040		30.00	66.0	22.00		24.50	53.9	18.00		15.00	33	11.00	
0.060		45.00	99.0	33.00		35.50	78.1	26.00		21.80	48	16.00	
0.080		58.80	128.9	43.00		46.40	102.1	34.00		28.60	62.9	21.00	
0.100	1000	73.00	160.6	53.50	5.35	58.80	128.9	43.00	4.30	35.50	78.1	26.00	2.60
0.200	1500	118.60	260.9	87.00		95.50	210.1	70.00		57.30	126.1	42.00	
0.300		151.40	333.1	111.00		121.40	267.1	89.00		73.80	161.9	54.00	
0.400		167.70	368.9	123.00		135.00	297	99.00		84.50	185.9	62.00	
0.500		182.70	401.9	134.00		147.30	324.1	108.00		88.60	194.9	65.00	

### CBR muestra 3

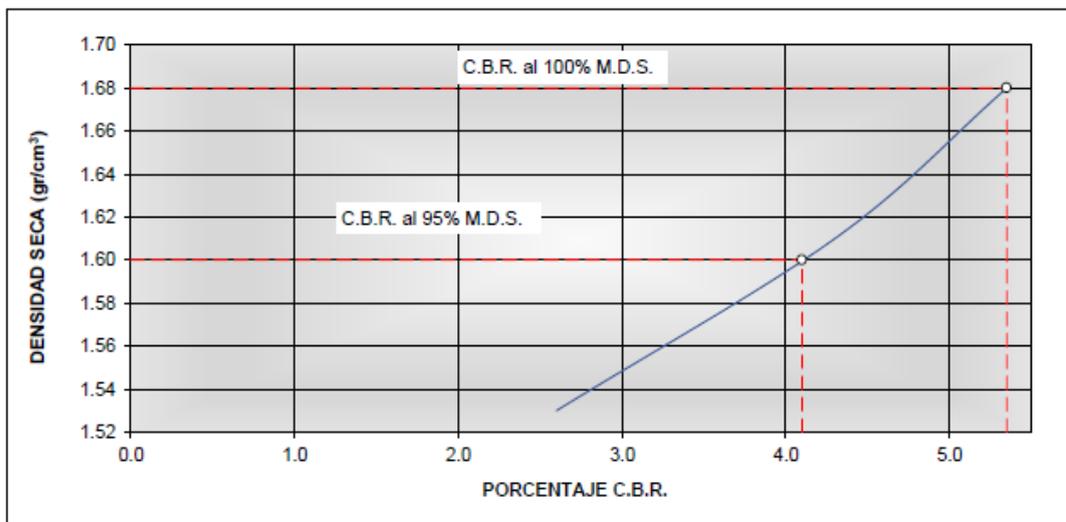
TESISTA	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY
PROYECTO	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA, GPM - CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CALLANCA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
MUESTRA	: M - 01 / MEZCLA AL 5% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD
FECHA	: 10/04/2021

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68
Humedad Óptima (%)	15.37%

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	5.35
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	4.10



Carga (1°): 54Lbs/pulg2	Carga (2°): 87Lbs/pulg2	Carga (1°): 43Lbs/pulg2	Carga (2°): 69Lbs/pulg2	Carga (1°): 26Lbs/pulg2	Carga (2°): 42Lbs/pulg2
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------



***Determinar la influencia de la aplicación del polímero artificial en las propiedades mecánicas del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca - Rama Guzmán-Chiclayo 2021.***

## **GENERALIDADES**

A solicitud de los tesistas **MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH** e **YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY**, se efectúa el presente estudio de suelos en el área destinada para el proyecto **“APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA – RAMA GUZMÁN – CHICLAYO 2021”**, con la finalidad de conocer las características geomecánicas y comportamiento como base de sustentación de los suelos con el propósito de poder diseñar la estructura del pavimento.

### **UBICACIÓN DEL ESTUDIO**

El Proyecto se encuentra ubicado en el **CENTRO POBLADO CALLANCA – RAMA GUZMÁN – PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**.

### **INVESTIGACION DE CAMPO**

Los trabajos de campo han sido dirigidos a la obtención de la información necesaria para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante un programa de exploración directa, habiéndose ejecutado TRES calicatas a cielo abierto a profundidades de 1.50 m; distribuidas de tal manera que cubran toda el área de estudio y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación litológica de los suelos.

En esta fase se han efectuado toma de muestras por cada estrato, para sus ensayos pertinentes en el laboratorio, y muestras para las pruebas de C.B.R. (Razón Soporte California), con la finalidad de comprobar la mejora de las

propiedades mecánicas de los suelos mediante la combinación del terreno natural con polímeros de alta densidad.

## I. PERFIL ESTRATIGRAFICO

**Calicata C – 01:** Calicata realizada hasta la profundidad de 1.50 m, donde se observaron los siguientes estratos:

- A la profundidad de 0.00 a 0.50 m se observó la presencia de material de afirmado, de color beige claro.
- Entre la profundidad de 0.50 a 1.50 m se pudo observar la presencia de terreno natural, obteniendo mediante ensayos de laboratorio, suelo clasificado en el Sistema SUCS como CH (arcilla de alta plasticidad con arena), de color beige oscuro, semi húmedo y de consistencia medianamente firme.
- Durante la exploración no se detectó la presencia de nivel freático.

**Calicata C – 02:** Calicata realizada hasta la profundidad de 1.50 m, donde se encontró material de relleno y un estrato de terreno natural, los cuales se describen a continuación:

- A la profundidad de 0.00 a 1.00 m se observó la presencia de material de relleno no controlado, de color beige oscuro y presencia de suelo arcilloso.
- Entre la profundidad de 1.00 a 1.50 m se pudo observar la presencia de terreno natural, obteniendo mediante ensayos de laboratorio, suelo clasificado en el Sistema SUCS como CH (arcilla de alta plasticidad con arena), de color beige oscuro, semi húmedo y de consistencia medianamente firme.
- Durante la exploración no se detectó la presencia de nivel freático.

**Calicata C – 03:** Calicata realizada hasta la profundidad de 1.50 m, donde se encontró material de relleno y dos estratos de terreno natural, los cuales se describen a continuación:

- A la profundidad de 0.00 a 0.60 m se observó la presencia de material de relleno, de color beige claro y presencia de suelo limoso.

- Entre la profundidad de 0.60 a 0.90 m se pudo observar la presencia de terreno natural, obteniendo mediante ensayos de laboratorio, suelo clasificado en el Sistema SUCS como **ML** (limo de baja plasticidad con arena), de color beige claro, con bajo porcentaje de humedad y de compacidad medianamente densa.
- De 0.90 a 1.50 m se pudo observar el terreno natural clasificado en el Sistema SUCS como CH (arcilla de alta plasticidad con arena), de color beige oscuro, semi húmedo y de consistencia medianamente firme.
- Durante la exploración no se detectó la presencia de nivel freático.

## INTERPRETACION DE RESULTADOS

De los ensayos realizados en el laboratorio, se obtuvieron los siguientes parámetros con la finalidad de determinar las propiedades físicas de los suelos presentes en la zona de estudio.

Tabla 24.- Parámetros físicos al 10% , 15 % y 20 %

<b>CALICAT</b>	<b>MUESTR</b>	<b>PROFUNDIDA</b>	<b>SUC</b>	<b>W%</b>	<b>LL%</b>	<b>LP%</b>	<b>IP</b>	
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>S</b>					
C – 1	M – 1	0.50	–	CH	14.44	52.14	22.61	29.5
		1.50						3
C – 2	M – 1	1.00	–	CH	11.11	53.71	22.37	31.3
		2.50						5
C – 3	M – 1	0.60	–	ML	9.48	18.22	15.07	3.15
	M – 2	0.90	–	CH	25.87	55.83	22.06	33.7
1.50			7					

Fuente: elaborado por el laboratorio de suelos.

## **NIVEL FREÁTICO**

No se detectó nivel freático en ninguna de las exploraciones realizadas en la zona de estudio-

## **ASPECTOS GEOLOGICOS**

### **GEOLOGÍA**

La zona del proyecto, y en general todo el valle del Chancay, están apoyados sobre un depósito de suelos finos, sedimentarios, heterogéneos, de unidades estratigráficas recientes en estado sumergido y no saturado. Un análisis cualitativo de la estratigrafía que conforma los depósitos sedimentarios de suelos finos ubica un estrato de potencia definida sobre depósitos fluviales, eólicos, aluviales del cuaternario reciente.

### **GEOTECNIA**

Son diversos los problemas de capacidad de carga, asentamientos, expansión, etc., que plantean los depósitos de suelos finos sedimentarios; más aún si se tiene en cuenta el fenómeno que se presenta por la variación de la napa freática, que en determinadas épocas del año ubican a estos suelos en condiciones de sumergido y saturado. Este fenómeno de variación de la napa freática se debe fundamentalmente a que la zona de Lambayeque se ubica topográficamente más bajo respecto a las zonas agrícolas que la rodean y estos depósitos presentan en su estratigrafía estratos permeables por donde discurre el agua, elevando el nivel de la napa freática en tiempo de máximas avenidas.

### **GEODINAMICA EXTERNA**

El sub suelo de actividad de cimentación no está sujeto a socavaciones ni deslizamientos, así como no se ha encontrado evidencias de hundimientos ni levantamientos en el terreno; asimismo la geodinámica externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno de deslizamiento de masas de tierra, etc.

## ANALISIS DEL PAVIMENTO

Se realizó el ensayo de California Bering Ratio (C.B.R.) NTP 339 128 con una muestra en estado natural a nivel de subrasante con muestras tomadas del perfil del suelo y mezclando el terreno natural con polímero de alta densidad en diferentes porcentajes, con la finalidad de mejorar el suelo en cuanto se refiere a su calidad del suelo y su capacidad de soporte, obteniendo lo siguientes resultados:

Tabla 25 .- Resultados del ensayo c.b.r. en terreno natural

<b>MUESTR</b> <b>A</b>	<b>NATURAL</b>	<b>OCH</b>	<b>MDS</b>	<b>C.B.R. (100%)</b>	<b>C.B.R. (95%)</b>
M - 01		18.8	1.65	13.80	4.2

Fuente: elaborado por el laboratorio de suelos.

Tabla 26.- Resultados del ensayo c.b.r. 10% , 15 % y 20 %

<b>MUESTRA</b> <b>POLÍMER</b> <b>O</b>	<b>%</b>	<b>OCH</b>	<b>MDS</b>	<b>C.B.R. (100%)</b>	<b>C.B.R. (95%)</b>
M - 01	10%	17.21	1.68	13.8 0	10.70
M - 02	15%	16.36	1.70	14.5 0	11.25
M - 03	20%	15.37	1.73	20.8 0	15.30

Fuente: elaborado por el laboratorio de suelos.

Tabla 27 .- Resultados del ensayo proctor 10% , 15 % y 20 %

<b>MUESTRA</b>	<b>% POLÍMERO</b>	<b>OCH%</b>	<b>MDS</b>
M - 01	10%	17.21	1.68
M - 02	15%	16.35	1.70
M - 03	20%	15.38	1.73

Fuente: elaborado por el laboratorio de suelos.

Tabla 28.- Resultados del ensayo expansión 10% , 15 % y 20 %

<b>MUESTR</b>	<b>NATURAL</b>	<b>OCH</b>	<b>MDS</b>	<b>C.B.R. (100%)</b>	<b>RANGO</b>
<b>A</b>					<b>(95%)</b>
M - 01	<b>T. natural</b>	18.8	1.65	9.3	ALTO
M - 03	<b>20% Polímeros</b>	15.3	1.73	13.8	MEDIO
		7		0	

Fuente: elaborado por el laboratorio de suelos.

## CONCLUSIONES

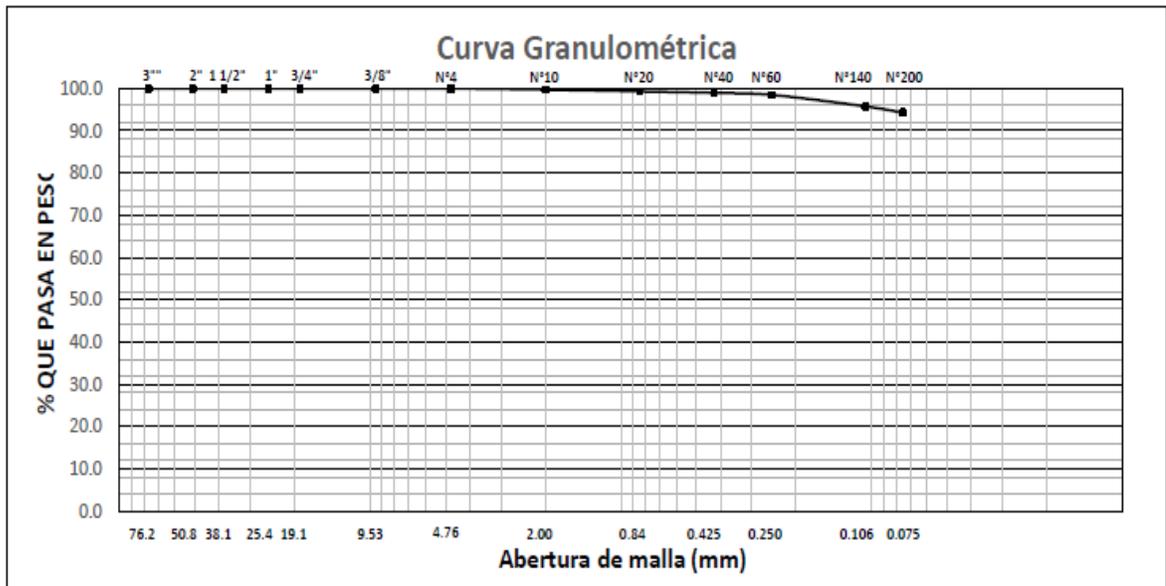
- De acuerdo a la información de campo y laboratorio realizados, se pueden obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones.
- La zona de estudio se encuentra ubicada en el CPM Callanca, Provincia de Chiclayo y Departamento de Lambayeque.
- El objetivo principal es determinar las características principales de los suelos en cuanto se refieren a calidad, con la finalidad de determinar su capacidad portante como capa de rodadura a nivel de afirmado con normas establecidas en las Especificaciones Técnicas generales de construcción de carreteras EGE 2013 – Sección 301 - AFIRMADOS
- Para los efectos se realizaron 03 calicatas a cielo abierto, alcanzando una profundidad máxima de 1.50 m, extrayendo muestras alteradas del tipo Mab, las cuales posteriormente fueron analizadas en laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos presentes en la zona.
- Durante las exploraciones realizadas, no se detecta la presencia del nivel freático.
- En el tramo estudiado predominan suelos del tipo arcilloso, clasificados en el sistema - Clasificación Unificada del Suelo SUCS como CH (arcillas de alta plasticidad con arena), también se encontraron suelos del tipo ML (limos de baja plasticidad con arena).

# **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Figura 17.- Clasificación SUCS. Calicata 1 al 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

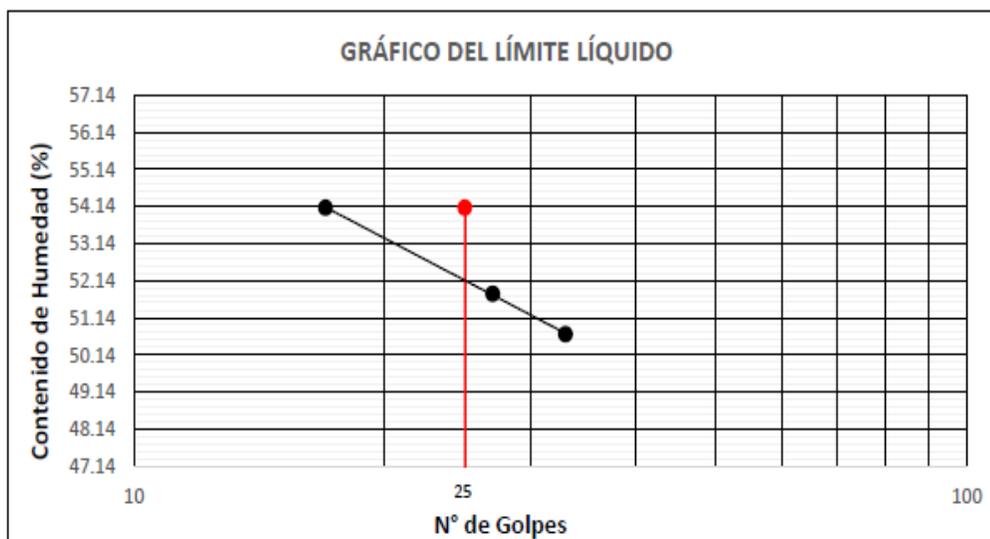
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ABERTURA DE MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
(Pulg.)	(mm)					
3"	76.200					PESO INICIAL (gr.) : 244.38
2"	50.800					PESO LAVADO (gr.) : 230.41
1 1/2"	38.100					CALICATA : C - 01
1"	25.400					MUESTRA : M - 01
3/4"	19.050					PROFUNDIDAD : ---
3/8"	9.525					ZONA : ---
Nº 4	4.760	---	---	---	100.00	LÍMITE LIQUIDO (%) : 52.14
Nº 10	2.000	0.69	0.28	0.28	99.72	LÍMITE PLÁSTICO (%) : 22.61
Nº 20	0.840	0.95	0.39	0.67	99.33	ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%) : 29.53
Nº 40	0.425	0.90	0.37	1.04	98.96	
Nº 60	0.250	1.18	0.48	1.52	98.48	SUCS : CH
Nº 140	0.106	6.61	2.70	4.23	95.77	Arcilla de alta plasticidad
Nº 200	0.075	3.64	1.49	5.72	94.28	AASHTO : A-7-6 (18)
< Nº 200	FONDO	230.41	94.28	100.00	0.00	



## Clasificación SUCS. Calicata 1. 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129					
DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de Tara	4	8	10	49	6
Nº de Golpes	17	27	33	---	---
Tara + Suelo húmedo	34.91	35.02	34.92	17.95	18.51
Tara + Suelo seco	27.00	27.47	27.60	16.81	17.31
Peso del Agua	7.91	7.55	7.32	1.14	1.20
Peso de la Tara	12.38	12.89	13.16	11.74	12.03
Peso del Suelo Seco	14.62	14.58	14.44	5.07	5.28
Porcentaje de Humedad	54.10	51.78	50.69	22.49	22.73



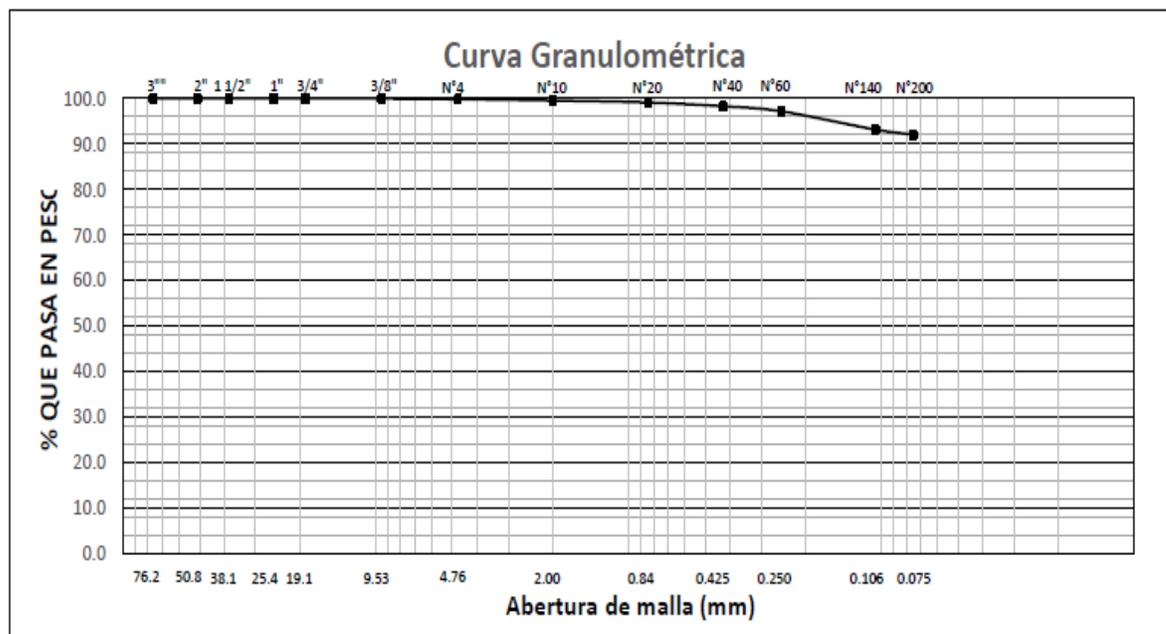
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	52.14
Límite Plástico	22.61
Índice de Plasticidad	29.53

CALICATA	C - 01 / M - 01
Profundidad	---
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6 (18)

Figura 18.- Clasificación SUCS. Calicata 2 muestra 1 10, 15 y 20 % de polímeros

TESISTA : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
 UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 FECHA : 14/04/2021

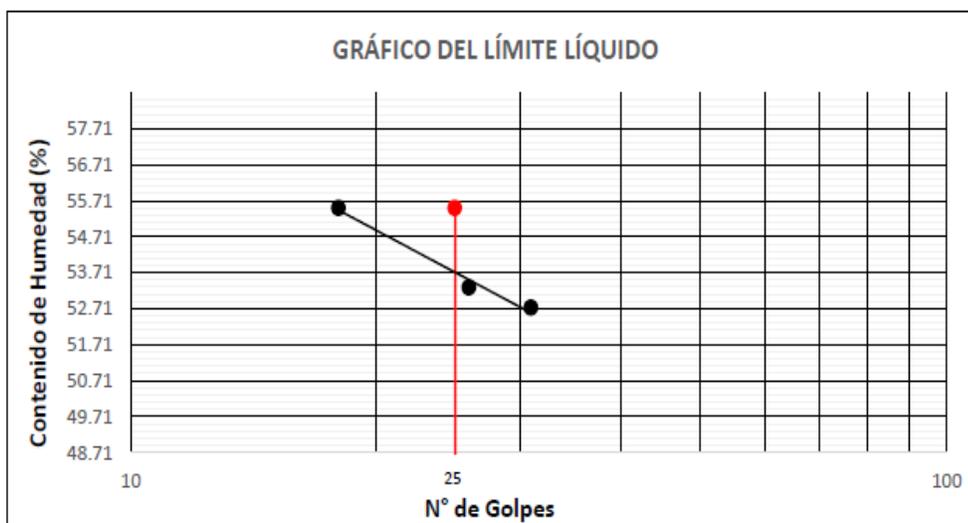
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
NTP 339 - 128							
ABERTURA DE MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
(Pulg.)	(mm)						
3"	76.200					PESO INICIAL (gr.)	: 261.27
2"	50.800					PESO LAVADO (gr.)	: 240.52
1 1/2"	38.100					CALICATA	: C - 02
1"	25.400					MUESTRA	: M - 01
3/4"	19.050					PROFUNDIDAD	: ---
3/8"	9.525	---	---	---	100.00	ZONA	: ---
Nº 4	4.760	0.36	0.14	0.14	99.86	LIMITE LIQUIDO (%)	: 53.71
Nº 10	2.000	0.78	0.30	0.44	99.56	LIMITE PLASTICO (%)	: 22.37
Nº 20	0.840	1.14	0.44	0.87	99.13	INDICE PLASTICIDAD (%)	: 31.35
Nº 40	0.425	2.15	0.82	1.70	98.30		
Nº 60	0.250	2.90	1.11	2.81	97.19	SUCS	: CH
Nº 140	0.106	10.51	4.02	6.83	93.17	Arcilla de alta plasticidad	
Nº 200	0.075	2.91	1.11	7.94	92.06	AASHTO	: A-7-6 (15)
< Nº 200	FONDO	240.52	92.06	100.00	0.00		



## Clasificación SUCS. Calicata 2 muestra 1 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129					
DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de Tara	23	11	9	2	17
N° de Golpes	18	26	31	---	---
Tara + Suelo húmedo	34.52	34.55	34.45	18.68	19.02
Tara + Suelo seco	26.51	26.62	26.63	17.48	17.71
Peso del Agua	8.01	7.93	7.82	1.20	1.31
Peso de la Tara	12.08	11.74	11.80	12.08	11.89
Peso del Suelo Seco	14.43	14.88	14.83	5.40	5.82
Porcentaje de Humedad	55.51	53.29	52.73	22.22	22.51



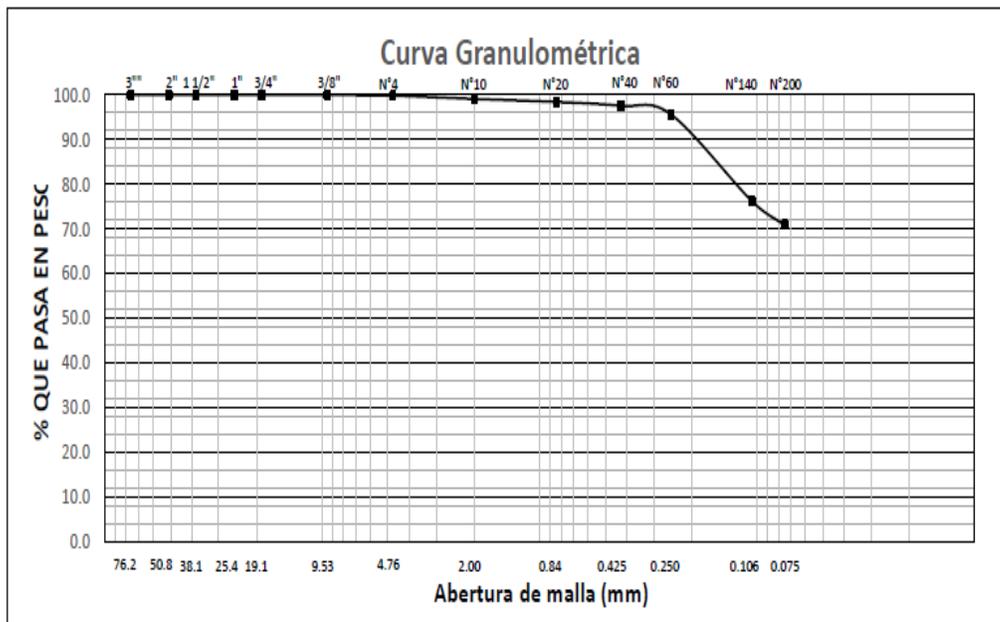
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	53.71
Límite Plástico	22.37
Índice de Plasticidad	31.35

CALICATA	C - 02 / M - 01
Profundidad	---
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6 (15)

Figura 19.- Clasificación SUCS. Calicata 2 muestra 2 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
NTP 339 - 128						
ABERTURA DE MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pulg.)	(mm)					
3"	76.200					PESO INICIAL (gr.) : 248.56
2"	50.800					PESO LAVADO (gr.) : 176.22
1 1/2"	38.100					CALICATA : C - 03
1"	25.400					MUESTRA : M - 01
3/4"	19.050					PROFUNDIDAD : ---
3/8"	9.525	---	---	---	100.00	ZONA : ---
Nº 4	4.760	0.31	0.12	0.12	99.88	LIMITE LIQUIDO (%) : 18.22
Nº 10	2.000	1.89	0.76	0.89	99.11	LIMITE PLASTICO (%) : 15.07
Nº 20	0.840	1.68	0.68	1.56	98.44	INDICE PLASTICIDAD (%) : 3.15
Nº 40	0.425	2.14	0.86	2.42	97.58	
Nº 60	0.250	4.74	1.91	4.33	95.67	SUCS : ML
Nº 140	0.106	48.32	19.44	23.77	76.23	Limo de baja plasticidad con arena
Nº 200	0.075	13.26	5.33	29.10	70.90	AASHTO : A-4 (8)
< Nº 200	FONDO	176.22	70.90	100.00	0.00	



## Clasificación SUCS. Calicata 2 muestra 2 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
NTP 339 - 128						
ABERTURA DE MALLA		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
(Pulg.)	(mm)					
3"	76.200					PESO INICIAL (gr.) : 240.45
2"	50.800					PESO LAVADO (gr.) : 229.21
1 1/2"	38.100					CALICATA : C - 03
1"	25.400					MUESTRA : M - 02
3/4"	19.050					PROFUNDIDAD : ---
3/8"	9.525	---	---	---	100.00	ZONA : ---
Nº 4	4.760	1.65	0.69	0.69	99.31	LÍMITE LÍQUIDO (%) : 55.83
Nº 10	2.000	3.09	1.29	1.97	98.03	LÍMITE PLÁSTICO (%) : 22.06
Nº 20	0.840	2.05	0.85	2.82	97.18	ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%) : 33.77
Nº 40	0.425	0.76	0.32	3.14	96.86	
Nº 60	0.250	0.58	0.24	3.38	96.62	SUCS : CH
Nº 140	0.106	2.29	0.95	4.33	95.67	Arcilla de alta plasticidad
Nº 200	0.075	0.82	0.34	4.67	95.33	AASHTO : A-7-6 (15)
< Nº 200	FONDO	229.21	95.33	100.00	0.00	

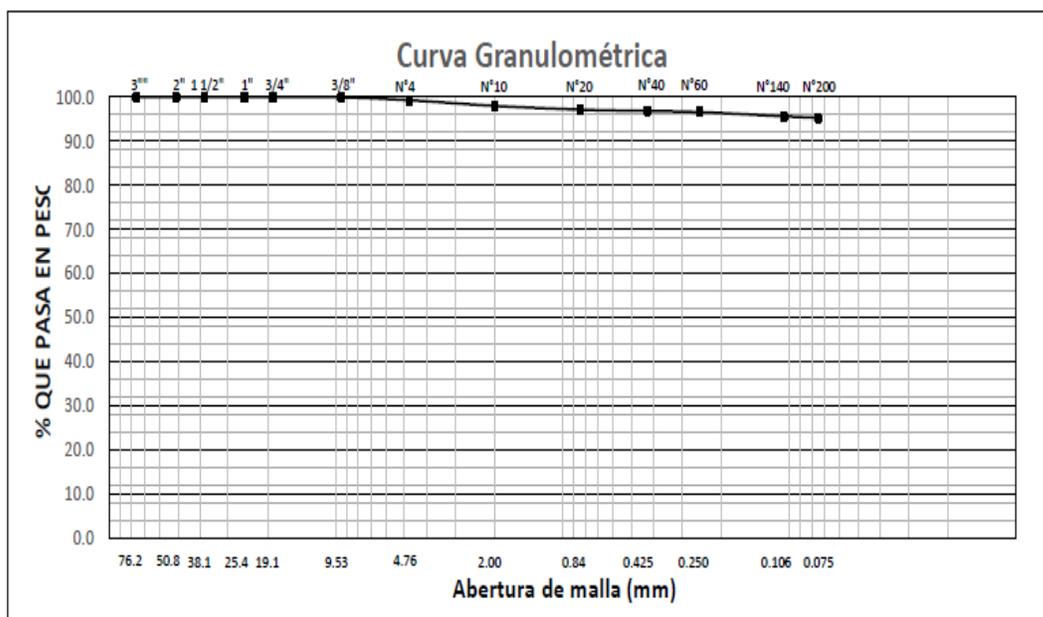
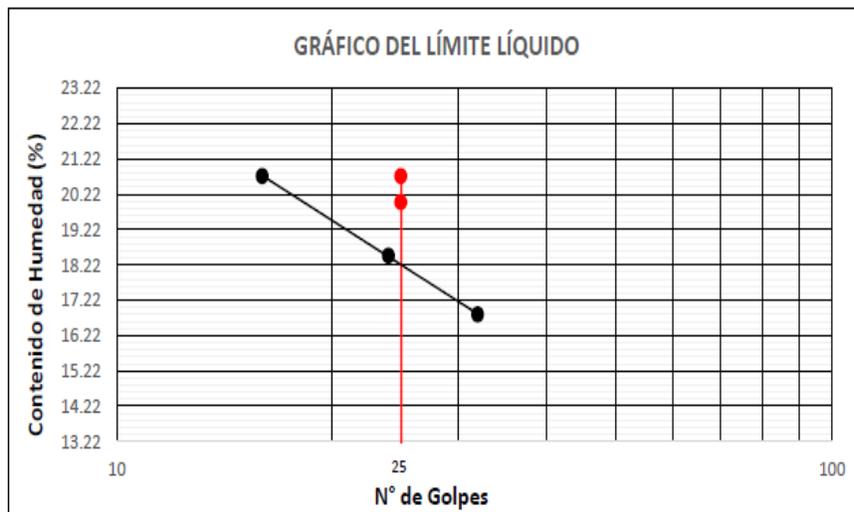


Figura 20.- Clasificación SUCS. Calicata 3 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129					
DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de Tara	28	14	30	20	18
Nº de Golpes	16	24	32	---	---
Tara + Suelo húmedo	37.87	38.55	39.66	19.82	19.9
Tara + Suelo seco	33.55	34.47	35.64	18.85	18.88
Peso del Agua	4.32	4.08	4.02	0.97	1.02
Peso de la Tara	12.71	12.39	11.73	12.37	12.16
Peso del Suelo Seco	20.84	22.08	23.91	6.48	6.72
Porcentaje de Humedad	20.73	18.48	16.81	14.97	15.18



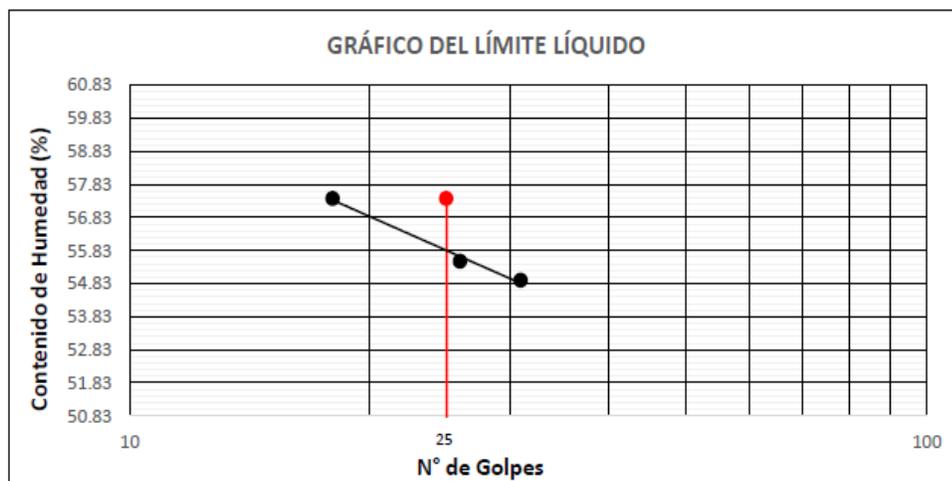
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	18.22
Límite Plástico	15.07
Índice de Plasticidad	3.15

CALICATA	C - 03 / M - 01
Profundidad	---
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4 (8)

## Clasificación SUCS. Calicata 3 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**FECHA** : 14/04/2021

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129					
DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de Tara	9	10	4	22	18
Nº de Golpes	18	26	31	---	---
Tara + Suelo húmedo	34.58	33.94	34.01	18.71	18.63
Tara + Suelo seco	26.51	26.02	26.27	17.52	17.4
Peso del Agua	8.07	7.92	7.74	1.19	1.23
Peso de la Tara	12.45	11.75	12.18	12.10	11.85
Peso del Suelo Seco	14.06	14.27	14.09	5.42	5.55
Porcentaje de Humedad	57.40	55.50	54.93	21.96	22.16



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	55.83
Límite Plástico	22.06
Índice de Plasticidad	33.77

CALICATA	C - 03 / M - 02
Profundidad	---
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6 (15)

Figura 21.- Contenido de Humedad 10, 15 y 20 % de polímeros

<b>HUMEDAD NATURAL</b>	
<b>ASTM D - 2216</b>	
<b>TESISTAS</b>	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY
<b>PROYECTO</b>	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021
<b>UBICACIÓN</b>	: CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITRO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
<b>FECHA</b>	: 14/04/2021

<b>CALICATA / TRINCHERA</b>	<b>C - 01</b>	<b>C - 02</b>	<b>C - 03</b>	<b>C - 03</b>
<b>MUESTRA</b>	M - 01	M - 01	M - 01	M - 02
<b>PROGRESIVA</b>	---	---	---	---
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.50 - 1.50	1.00 - 2.50	0.60 - 0.90	0.90 - 1.50
<b>Nº Recipiente</b>	26	16	32	14
<b>Peso Suelo Húmedo + Recipiente</b>	1392.00	1074.00	898.00	945.00
<b>Peso Suelo Seco + Recipiente</b>	1231.00	977.00	832.00	774.00
<b>Peso del Agua</b>	161.00	97.00	66.00	171.00
<b>Peso Recipiente</b>	116.00	104.00	136.00	113.00
<b>Peso Suelo Seco</b>	1115.00	873.00	696.00	661.00
<b>Porcentaje de Humedad</b>	<b>14.44%</b>	<b>11.11%</b>	<b>9.48%</b>	<b>25.87%</b>

Figura 22.- Proctor Estándar Calicata 1 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTAS** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : M - 01  
**MEZCLA** : MEZCLA AL 10% DE POLÍMEROS DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 14/04/2021

PROCTOR ESTÁNDAR					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2105	cm <sup>3</sup>	--- pie <sup>3</sup>	
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	10308	10582	10519	10413
Peso de Molde	(g)	6435	6435	6435	6435
Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3873	4147	4084	3978
Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.840	1.970	1.940	1.890
Recipiente N°		2	30	12	11
Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	141.41	133.26	134.17	144.36
Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	128.90	119.57	118.09	125.78
Tara	(g)	45.33	40.05	36.65	39.94
Peso de Agua	(g)	12.51	13.69	16.08	18.58
Peso de Suelo Seco	(g)	83.57	79.52	81.44	85.84
Contenido de agua	(%)	14.97	17.22	19.74	21.64
Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.68	1.62	1.55

**Máxima Densidad Seca** : 1.68 gr/cm<sup>3</sup>  
**Óptimo Contenido de Humedad** : 17.21 %

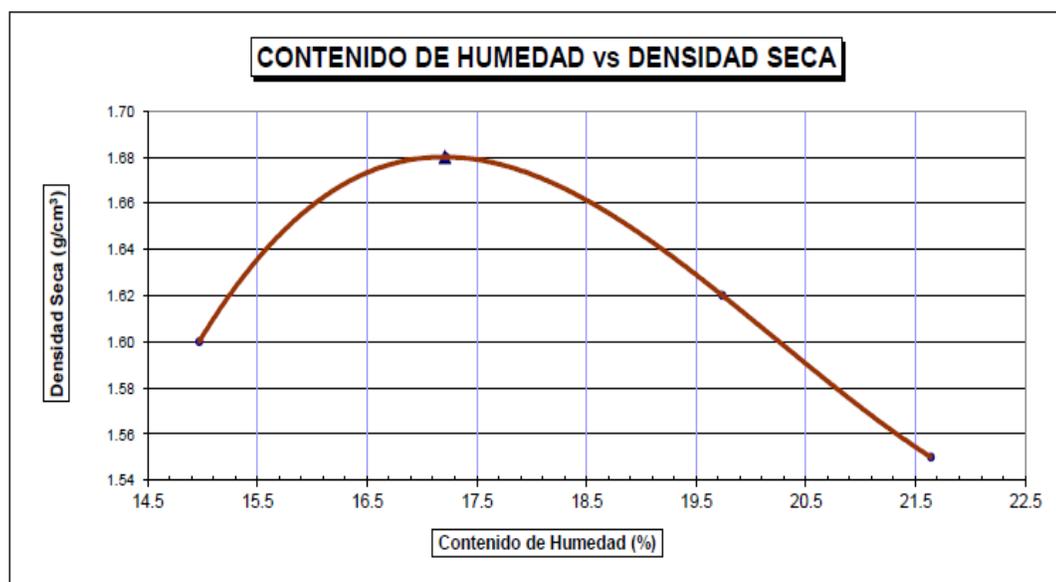


Figura 23.- Proctor Estándar Calicata 2 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTAS** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : M - 01  
**MEZCLA** : MEZCLA AL 15% DE POLÍMEROS DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 14/04/2021

PROCTOR ESTÁNDAR					
MOLDE N°	:				
VOLUMEN	:	2105	cm <sup>3</sup>	--- pie <sup>3</sup>	
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 D			
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	10329	10603	10540	10435
Peso de Molde	(g)	6435	6435	6435	6435
Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3894	4168	4105	4000
Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.850	1.980	1.950	1.900
Recipiente N°		19	21	5	9
Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	168.69	169.34	170.19	171.32
Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	153.85	152.80	150.73	148.98
Tara	(g)	48.65	51.65	47.66	41.51
Peso de Agua	(g)	14.84	16.54	19.46	22.34
Peso de Suelo Seco	(g)	105.20	101.15	103.07	107.47
Contenido de agua	(%)	14.11	16.35	18.88	20.79
Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.62	1.70	1.64	1.57

**Máxima Densidad Seca** : 1.70 gr/cm<sup>3</sup>  
**Optimo Contenido de Humedad** : 16.35 %

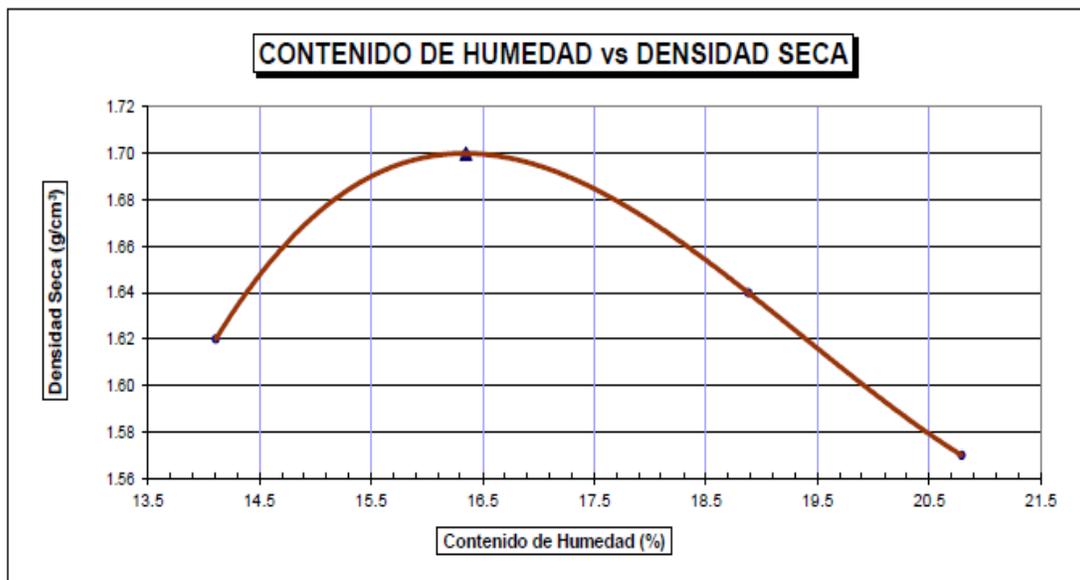


Figura 24.- Proctor Estandar Calicata 3 10, 15 y 20 % de polímeros

**TESISTAS** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : M - 01  
**MEZCLA** : MEZCLA AL 20% DE POLÍMEROS DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 14/04/2021

### PROCTOR ESTÁNDAR

<b>MOLDE N°</b>	:				
<b>VOLUMEN</b>	:	2105	cm <sup>3</sup>	---	pie <sup>3</sup>
<b>METODO DE COMPACTACION</b>	:	AASHTO T - 180 D			
Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)	10371	10645	10582	10477
Peso de Molde	(g)	6435	6435	6435	6435
Peso Suelo Húmedo Compactado	(g)	3936	4210	4147	4042
Peso Volumétrico Húmedo	(g)	1.870	2.000	1.970	1.920
Recipiente N°		25	1	7	8
Peso de Suelo Húmedo + Tara	(g)	150.26	145.30	153.95	161.48
Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	138.21	131.82	137.91	142.86
Tara	(g)	46.52	44.18	48.35	48.90
Peso de Agua	(g)	12.05	13.48	16.04	18.62
Peso de Suelo Seco	(g)	91.69	87.64	89.56	93.96
Contenido de agua	(%)	13.14	15.38	17.91	19.82
Peso Volumétrico Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.73	1.67	1.60

**Máxima Densidad Seca** : 1.73 gr/cm<sup>3</sup>  
**Optimo Contenido de Humedad** : 15.38 %

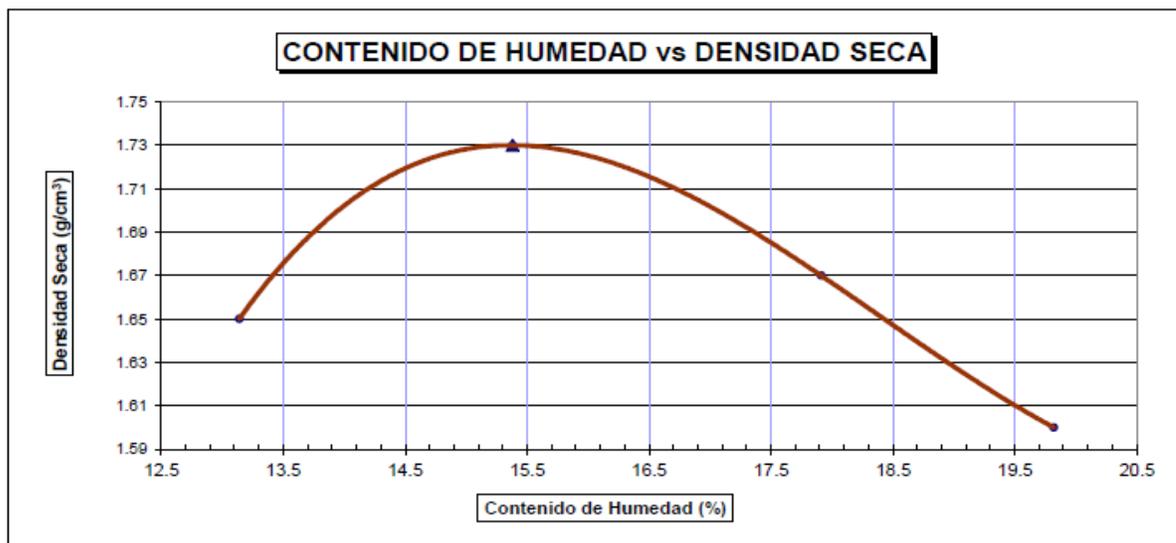


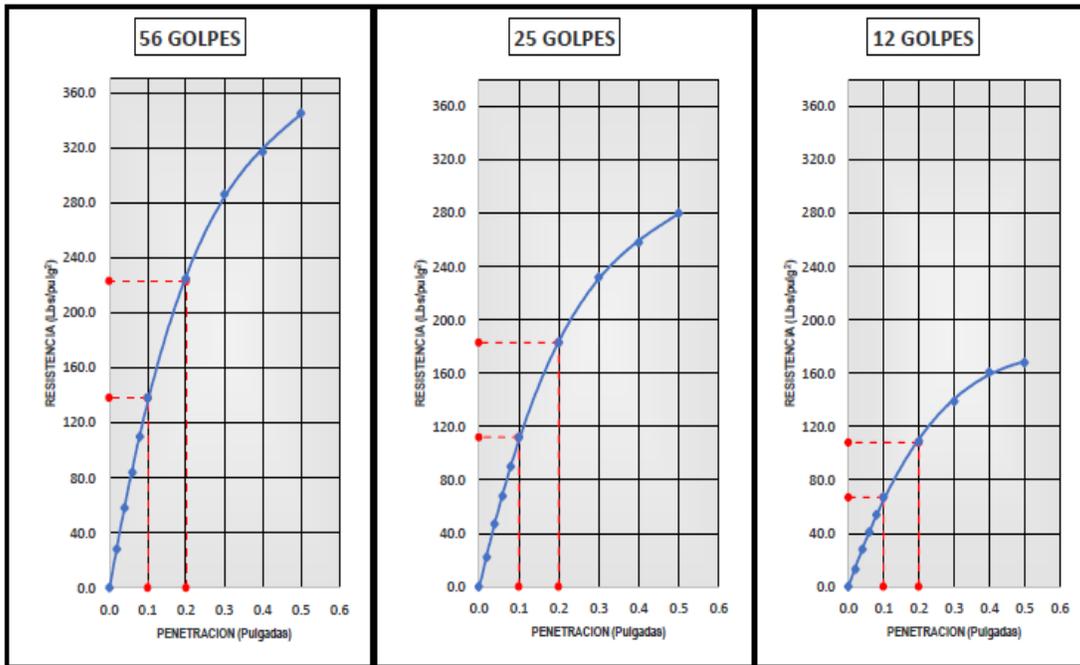
Figura 25.- CBR al 10%

ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO													
TESISTA	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY												
PROYECTO	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021												
UBICACIÓN	: CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE												
MUESTRA	: M - 01 / MEZCLA AL 10% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD												
FECHA	: 10/04/2021												
C.B.R.													
MOLDE N°	7		1		4								
CAPAS N°	5		5		5								
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12								
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA							
PESO MOLDE + SUELO HUMED (g)	11,251	11,329	11,815	11,918	11,250	11,446							
PESO DEL MOLDE (g)	6,752	6,752	7,451	7,451	7,118	7,118							
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4499	4577	4364	4467	4132	4328							
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,285	2,285	2,304	2,304	2,302	2,302							
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.00	1.89	1.94	1.79	1.88							
CAPSULA N°	10	31	5	29	15	5							
PESO CAPSULA + SUELO HUM (g)	134.05	146.96	147.47	143.13	128.11	159.20							
PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)	125.52	136.56	137.73	132.25	120.70	145.47							
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.53	10.4	9.74	10.88	7.41	13.73							
PESO DE CAPSULA (g)	75.97	80.41	82.49	76.98	77.84	83.35							
PESO DE SUELO SECO (g)	49.55	56.15	55.24	55.27	42.9	62.12							
HUMEDAD (%)	17.21%	18.52%	17.63%	19.69%	17.29%	22.10%							
DENSIDAD SECA	1.68	1.69	1.61	1.62	1.53	1.54							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
				NO REGISTRA									
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 7				MOLDE N° 1				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		38.20	84	28.00		30.00	68	22.00		17.70	38.9	13.00	
0.040		79.10	174.0	58.00		64.10	141	47.00		38.20	84	28.00	
0.060		114.50	251.9	84.00		92.70	203.9	68.00		55.90	123	41.00	
0.080		150.00	330.0	110.00		122.70	289.9	90.00		73.60	161.9	54.00	
0.100	1000	188.20	414.0	138.00	13.80	152.70	335.9	112.00	11.20	91.40	201.1	67.00	6.70
0.200	1500	308.80	675.0	225.00		249.50	548.9	183.00		148.80	328.9	109.00	
0.300		390.00	858	288.00		316.40	698.1	232.00		189.50	418.9	139.00	
0.400		432.30	951.1	317.00		351.80	774	258.00		219.50	482.9	161.00	
0.500		470.50	1035.1	345.00		381.80	840	280.00		229.10	504	168.00	

# CBR Calicata 1

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**MUESTRA** : M - 01 / MEZCLA AL 10% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 10/04/2021

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	13.80
Humedad Óptima (%)	17.21%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	10.70



Carga (1°): 138Lbs/pulg2    Carga (2°): 223Lbs/pulg2    Carga (1°): 112Lbs/pulg2    Carga (2°): 183Lbs/pulg2    Carga (1°): 67Lbs/pulg2    Carga (2°): 108Lbs/pulg2

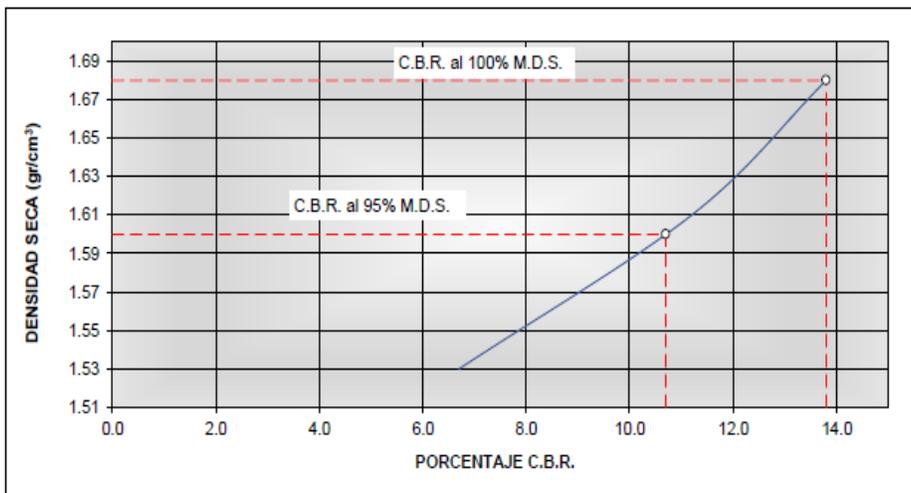


Figura 26.- CBR al 15 %

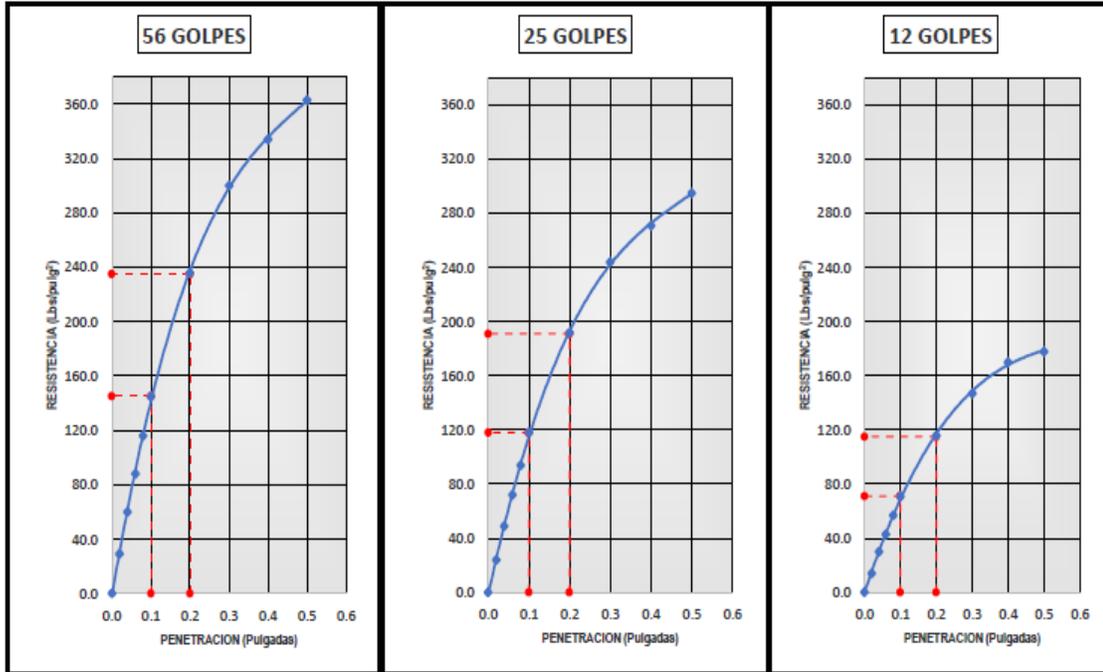
<b>ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO</b>													
<b>TESISTA</b>	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY												
<b>PROYECTO</b>	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021												
<b>UBICACIÓN</b>	: CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE												
<b>MUESTRA</b>	: M - 01 / MEZCLA AL 15% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD												
<b>FECHA</b>	: 10/04/2021												
<b>C.B.R.</b>													
<b>MOLDE N°</b>	2		3		5								
<b>CAPAS N°</b>	5		5		5								
<b>N° DE GOLPES POR CAPA</b>	56		25		12								
<b>CONDICION DE MUESTRA</b>	<b>SIN MOJAR</b>	<b>MOJADA</b>	<b>SIN MOJAR</b>	<b>MOJADA</b>	<b>SIN MOJAR</b>	<b>MOJADA</b>							
<b>PESO MOLDE + SUELO HUMED</b> (g)	12,234	12,314	12,163	12,274	11,791	11,989							
<b>PESO DEL MOLDE</b> (g)	7,600	7,600	7,464	7,464	7,636	7,636							
<b>PESO DEL SUELO HUMEDO</b> (g)	4634	4714	4699	4810	4155	4353							
<b>VOLUMEN DEL SUELO</b> (cm <sup>3</sup> )	2,343	2,343	2,468	2,468	2,302	2,302							
<b>DENSIDAD HUMEDA</b> (g/cm <sup>3</sup> )	1.98	2.01	1.9	1.95	1.8	1.89							
<b>CAPSULA N°</b>	1	21	11	10	6	18							
<b>PESO CAPSULA + SUELO HUM</b> (g)	142.01	138.74	148.71	152.38	129.44	150.85							
<b>PESO CAPSULA + SUELO SEC</b> (g)	133.90	128.81	139.44	141.97	122.39	137.65							
<b>PESO DE AGUA CONTENIDA</b> (g)	8.11	9.93	9.27	10.41	7.05	13.2							
<b>PESO DE CAPSULA</b> (g)	84.33	72.64	84.18	86.68	79.51	75.51							
<b>PESO DE SUELO SECO</b> (g)	49.57	56.17	55.26	55.29	42.9	62.14							
<b>HUMEDAD</b> (%)	16.36%	17.68%	16.78%	18.83%	16.44%	21.24%							
<b>DENSIDAD SECA</b>	1.70	1.71	1.63	1.64	1.55	1.56							
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
				NO REGISTRA									
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				MOLDE N° 5			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		39.50	86.9	29.00		32.70	71.9	24.00		19.10	42	14.00	
0.040		81.80	180.0	80.00		66.80	147	49.00		40.90	90	30.00	
0.060		120.00	264.0	88.00		98.20	216	72.00		58.60	128.9	43.00	
0.080		158.20	348.0	116.00		128.20	282	94.00		77.70	170.9	57.00	
0.100	1000	197.70	434.9	145.00	14.50	160.90	354	118.00	11.80	96.80	213.0	71.00	7.10
0.200	1500	321.80	708.0	236.00		261.80	576	192.00		158.20	348	116.00	
0.300		409.10	900	300.00		332.70	731.9	244.00		200.50	441.1	147.00	
0.400		455.50	1002.1	334.00		369.50	812.9	271.00		231.80	510	170.00	
0.500		495.00	1089.0	383.00		402.30	885.1	295.00		242.70	533.9	178.00	

CBR al 15 %

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**MUESTRA** : M - 01 / MEZCLA AL 15% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 10/04/2021

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.70
Humedad Óptima (%)	16.36%

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	14.50
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	11.25



Carga (1°) : 145Lbs/pulg2    Carga (2°) : 235Lbs/pulg2    Carga (1°) : 118Lbs/pulg2    Carga (2°) : 191Lbs/pulg2    Carga (1°) : 71Lbs/pulg2    Carga (2°) : 115Lbs/pulg2

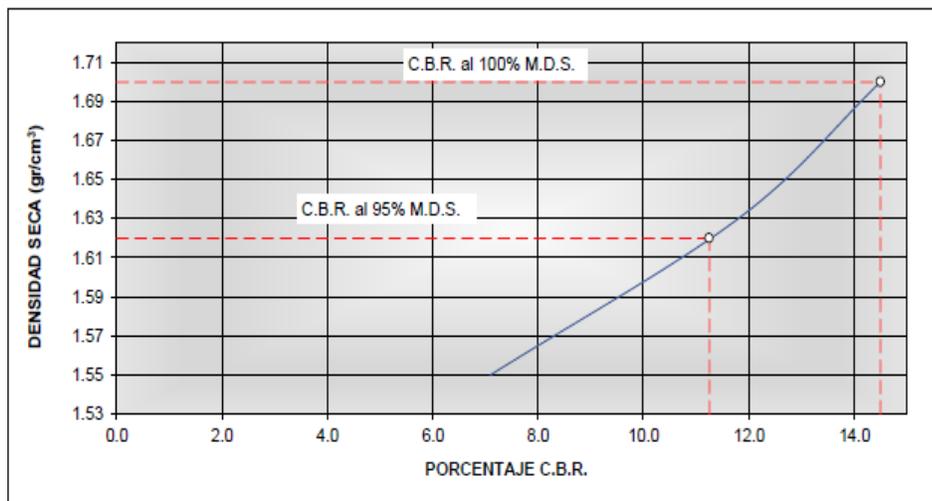


Figura 27.- CBR al 20 %

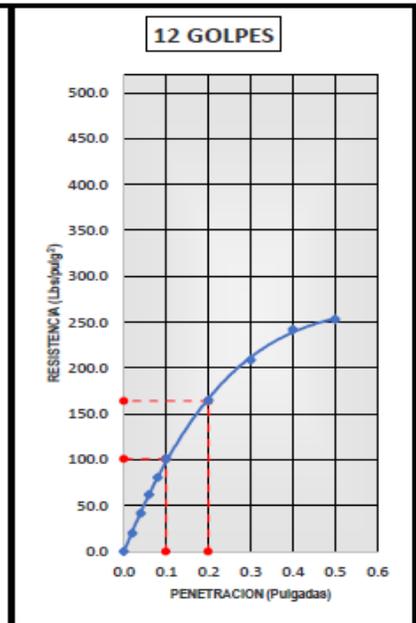
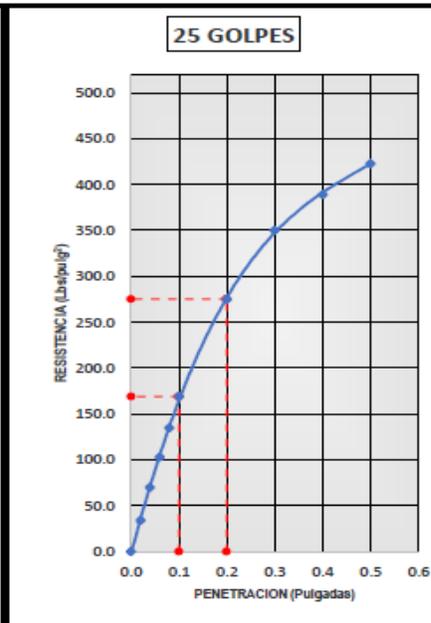
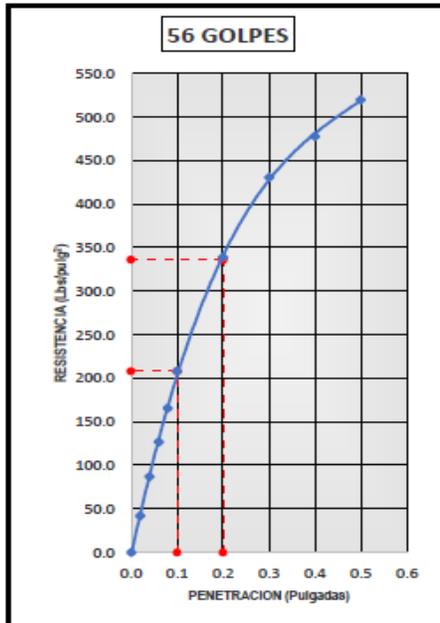
ENSAYO CALIFORNIA BEARNING RATIO													
TESISTA	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY												
PROYECTO	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021												
UBICACIÓN	: CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE												
MUESTRA	: M - 01 / MEZCLA AL 20% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD												
FECHA	: 10/04/2021												
C.B.R.													
MOLDE N°	5		3		2								
CAPAS N°	5		5		5								
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12								
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA							
PESO MOLDE + SUELO HUMED (g)	12,231	12,309	12,207	12,321	11,874	12,080							
PESO DEL MOLDE (g)	7,636	7,636	7,464	7,464	7,600	7,600							
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4595	4673	4743	4857	4274	4480							
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302	2,302	2,468	2,468	2,343	2,343							
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.00	2.03	1.92	1.97	1.82	1.91							
CAPSULA N°	24	15	13	3	17	8							
PESO CAPSULA + SUELO HUM (g)	136.84	148.18	139.63	139.34	135.85	154.99							
PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)	129.22	138.81	130.90	129.47	129.23	142.39							
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.62	9.37	8.73	9.87	6.62	12.6							
PESO DE CAPSULA (g)	79.65	82.64	75.64	74.18	86.35	80.25							
PESO DE SUELO SECO (g)	49.57	56.17	55.26	55.29	42.9	62.14							
HUMEDAD (%)	15.37%	16.68%	15.80%	17.85%	15.44%	20.28%							
DENSIDAD SECA	1.73	1.74	1.66	1.67	1.58	1.59							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
				NO REGISTRA									
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 5				MOLDE N° 3				MOLDE N° 2			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		57.30	128.1	42.00		46.40	102.1	34.00		27.30	60.1	20.00	
0.040		118.60	260.9	87.00		95.50	210.1	70.00		57.30	128.1	42.00	
0.060		173.20	381.0	127.00		140.50	309.1	103.00		84.50	185.9	62.00	
0.080		226.40	498.1	166.00		184.10	405	135.00		110.50	243.1	81.00	
0.100	1000	283.60	623.9	208.00	20.80	230.50	507.1	169.00	16.90	137.70	302.9	101.00	
0.200	1500	462.30	1017.1	339.00		375.00	825	275.00		225.00	495	165.00	
0.300		587.70	1292.9	431.00		477.30	1050.1	350.00		285.00	627	209.00	
0.400		651.80	1434	478.00		530.50	1167.1	389.00		330.00	726	242.00	
0.500		709.10	1560.0	520.00		576.80	1269	423.00		345.00	759	253.00	

CBR al 20 %

**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**MUESTRA** : M - 01 / MEZCLA AL 20% CON POLÍMERO DE ALTA DENSIDAD  
**FECHA** : 10/04/2021

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.73
Humedad Óptima (%)	15.37%

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	20.80
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	15.30



Carga (1°) : 208Lbs/pulg2    Carga (2°) : 336Lbs/pulg2    Carga (1°) : 169Lbs/pulg2    Carga (2°) : 275Lbs/pulg2    Carga (1°) : 101Lbs/pulg2    Carga (2°) : 164Lbs/pulg2

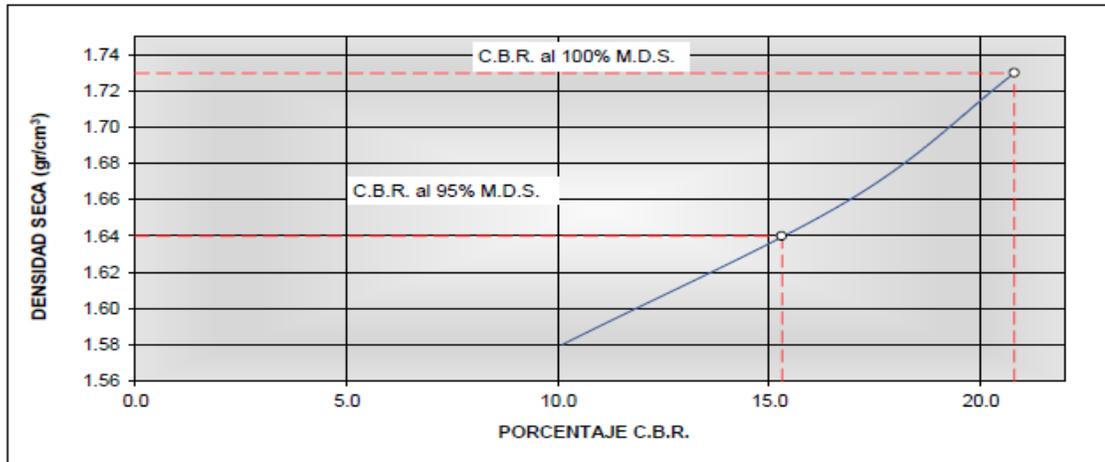


Figura 28 .- CBR Terreno natural

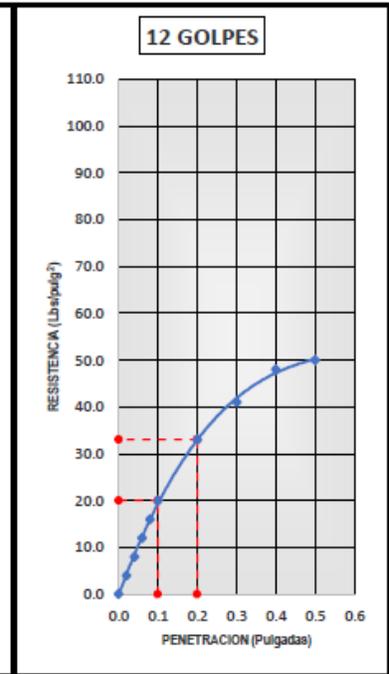
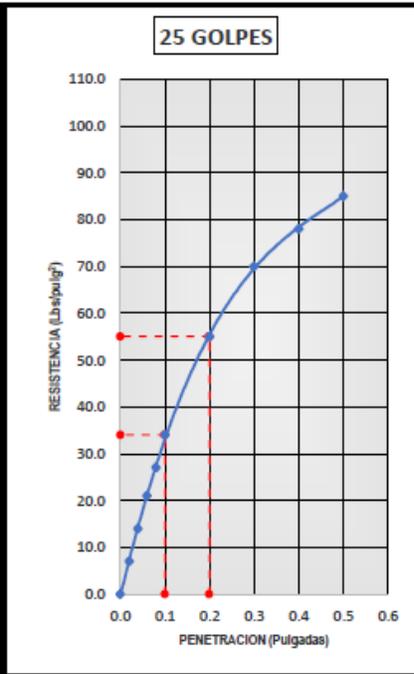
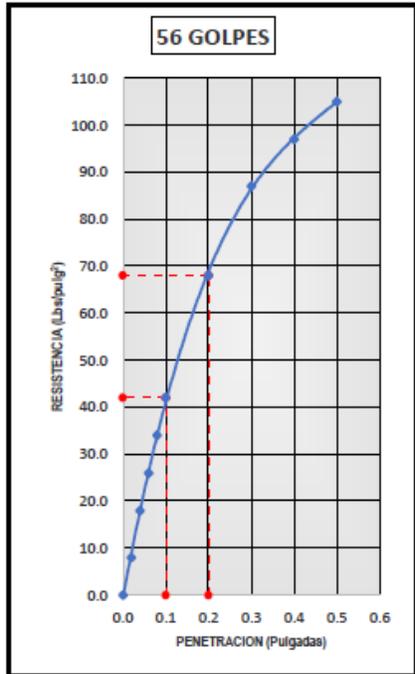
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO													
TESISTA	: MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY												
PROYECTO	: APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021												
UBICACIÓN	: CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE												
MUESTRA	: TERRENO NATURAL												
FECHA	: 10/04/2021												
<b>C.B.R.</b>													
MOLDE N°	10		1		8								
CAPAS N°	5		5		5								
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12								
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA							
PESO MOLDE + SUELO HUMED (g)	12,232	12,312	11,955	12,060	12,001	12,208							
PESO DEL MOLDE (g)	7,642	7,642	7,460	7,460	7,650	7,650							
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4590	4670	4495	4600	4351	4558							
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,342	2,342	2,386	2,386	2,440	2,440							
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.96	1.99	1.88	1.93	1.78	1.87							
CAPSULA N°	19	35	65	85	18	55							
PESO CAPSULA + SUELO HUM (g)	131.55	141.65	148.23	147.69	126.35	151.71							
PESO CAPSULA + SUELO SEC (g)	122.23	130.35	137.61	135.93	118.26	136.99							
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	9.32	11.3	10.62	11.76	8.09	14.72							
PESO DE CAPSULA (g)	72.66	74.18	82.35	80.64	75.38	74.85							
PESO DE SUELO SECO (g)	49.57	56.17	55.26	55.29	42.9	62.14							
HUMEDAD (%)	18.80%	20.12%	19.22%	21.27%	18.87%	23.69%							
DENSIDAD SECA	1.65	1.66	1.58	1.59	1.50	1.51							
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
				NO REGISTRA									
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 10				MOLDE N° 1				MOLDE N° 8			
		CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION		
			lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		10.90	24	8.00		9.50	20.9	7.00		5.50	12.1	4.00	
0.040		24.50	53.9	18.00		19.10	42	14.00		10.90	24	8.00	
0.060		35.50	78.1	28.00		28.80	62.9	21.00		16.40	38.1	12.00	
0.080		46.40	102.1	34.00		36.80	81	27.00		21.80	48	16.00	
0.100	1000	57.30	126.1	42.00	4.20	46.40	102.1	34.00	3.40	27.30	60.1	20.00	2.00
0.200	1500	92.70	203.9	68.00		75.00	165	55.00		45.00	99	33.00	
0.300		118.60	260.9	87.00		95.50	210.1	70.00		55.90	123	41.00	
0.400		132.30	291.1	97.00		106.40	234.1	78.00		65.50	144.1	48.00	
0.500		143.20	315.0	105.00		115.90	255	85.00		68.20	150	50.00	

# CBR Terreno natural

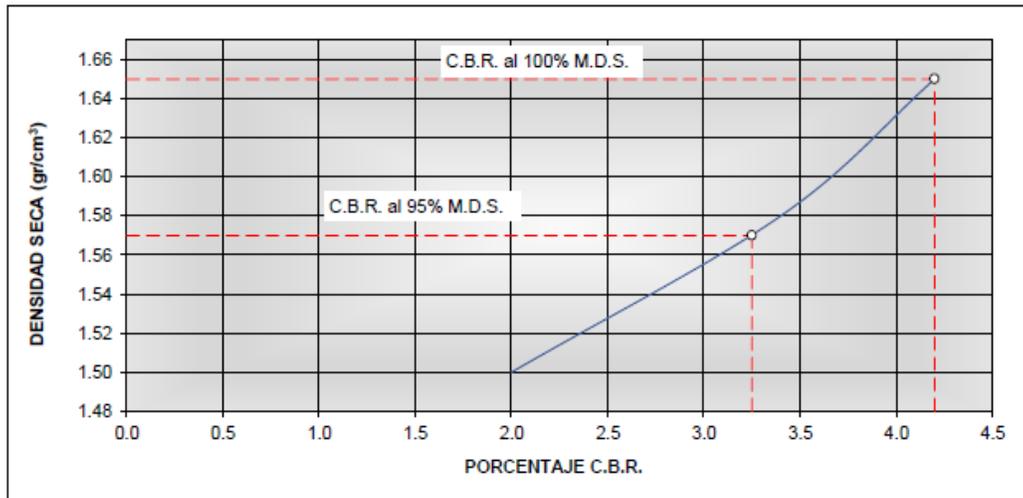
**TESISTA** : MARCHAN DIAZ LISETH ELIZABETH - YRRAZABAL MORALES GENARO ANTONY  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE POLÍMEROS ARTIFICIALES PARA ESTABILIZAR EL SUELO EN CARRETERA NO PAVIMENTADA CENTRO POBLADO CALLANCA - RAMA GUZMÁN - CHICLAYO 2021  
**UBICACIÓN** : CENTRO POBLADO CALLANCA - DISTRITO DE MONSEFÚ - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL  
**FECHA** : 10/04/2021

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65
Humedad Óptima (%)	18.80%

DATOS DEL C.B.R.	
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	4.20
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	3.25



Carga (1<sup>o</sup>): 42Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 68Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 34Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 55Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 20Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 33Lbs/pulg<sup>2</sup>



***Determinar la influencia de la aplicación de polímero artificial en el análisis de costos unitarios para la estabilización del suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021.***

Tabla 29.- Metrados

PLANILLA DE SUSTENTO DE METRADOS CON POLIMEROS										
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	N° DE VECES	MEDIDAS			FACTOR	PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTO			
1.1.0	MEJORAMIENTO CON POLIMERO									
1.1.1	POLIMEROS (PET) e=0.03 cm									800.00
		m3	1		800.00	7.00	0.05		280.00	
PLANILLA DE SUSTENTO DE METRADOS CON CEMENTO										
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	N° DE VECES	MEDIDAS			FACTOR	PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTO			
1.1.0	MEJORAMIENTO CON CEMENTO									
1.1.1	Estabilizacion de base con cemento E= 0.10									800.00
		m3	1		800.00	7.00	0.10		560.00	

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 30 .- Polímeros ACU

POLIMEROS (PET) e=0.05 cm					
Rendimiento	250 M3/ dia				
Costo unitario directo por :m3		(Sin igv)			
	unidad	cuadrilla	cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
OFICIAL	hh	1	0.0321	23.83	0.764943
OPERARIO	hh	1	0.0321	18.48	1.186416
PEON	hh	5	0.16	16.17	12.936
					<b>14.887359</b>
<b>Materiales</b>					
TIERRA NATURAL	kg		0	0	0
PLASTICO (PET)0.0075 pulgadas	kg		25	3	75
					<b>75</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	1	5%	14.887359	0.7444
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122 HP 2000 GAL	hm	1	0.0321	133.85	4.296585
MOTONIVELADORA	hm	1	0.0321	147.14	4.723194
RODILLO LISO	hm	1	0.0321	136.62	4.385502
					<b>14.1496</b>
PRECIO TOTAL					<b>104.0370</b>

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 31.- Estabilización de base con cemento ACU

Estabilización de base con cemento E= 0.10						
Rendimiento	250 M3/ dia					
Costo unitario directo por :m3		(Sin igv)				
	unidad	cuadrilla	cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de obra</b>						
OFICIAL	hh		1	0.0321	23.83	0.764943
OPERARIO	hh		1	0.0321	18.48	0.593208
PEON	hh		5	0.16	16.17	12.936
						14.294151
<b>Materiales</b>						
TIERRA NATURAL	kg			5.2	0	0
CEMENTO	bls			4	24	96
						96
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1	5%	14.29	0.7147
CAMION CISTERNA 4X2 AGUA 122 HP 2000 GAL	hm		1	0.0321	133.85	4.296585
MOTONIVELADORA	hm		1	0.0321	147.14	4.723194
RODILLO LISO	hm		1	0.0321	136.62	4.385502
						14.1199886
					PRECIO TOTAL	124.41414

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 32.- Presupuesto.

FACULTAD DE INGENIERIA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
Proyecto: "Aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada centro poblado Callanca -Rama Guzmán-Chiclayo 2021", se desarrolló en el Distritos de Monsefu y Lambayeque Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque en el año 2021						
Localidad:						
Distrito:						
Departamento:						
ESPECIALIDAD PAVIMENTO						
PRESUPUESTO CON POLIMEROS						
ITEM	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
1.1.0	MEJORAMIENTO CON POLIMERO					
	POLIMEROS (PET) e=0.03 cm	m3	168.00	S/104.037	S/17,478.217	
COSTO DIRECTO					S/17,478.217	
PRESUPUESTO CON CEMENTO						
ITEM	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
1.1.0	MEJORAMIENTO CON CEMENTO					
	Estabilizacion de base con cemento E= 0.10	m3	560.00	S/124.41	S/69,671.92	
COSTO DIRECTO					S/69,671.92	

Fuente: Elaborado por los investigadores