



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación de las moléculas de organosilano y elastómero aplicado a la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2020”

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Gálvez Rodríguez, Lucio Bryan (ORCID: [0000-0001-7131-4996](https://orcid.org/0000-0001-7131-4996))

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: [0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Esta tesis va dedicada a mis padres Gonzalo y Fiorella los cuales me dieron la fuerza y motivación para mi formación profesional ayudándome a la vez tanto económica como moralmente, también va dedicada a mi novia Yanet la cual fue parte importante para la elaboración de mi investigación, ellos han estado todo este tiempo a mi lado acompañándome en las buenas y en las malas, los cuales han sido parte importante para poder formarme como profesional y como persona de bien, a la vez dar ejemplo a mis familiares y amigos, demostrando que con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a dios y a mis padres por el apoyo incondicional que en todo momento me brindaron.

A mi novia Yanet por darme la fuerza y no dejar que me deje vencer por los obstáculos de la vida que impedían el cumplir con una de mis metas.

Agradezco a la universidad Cesar Vallejo por la oportunidad que me dio de tener un futuro y al Mg. Ing. Carlos Danilo Minaya Rosario por su apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

## Índice de contenido

Carátula.....	I
Dedicatoria .....	II
Agradecimiento.....	III
Índice de contenidos.....	IV
Índice de tablas.....	V
Índice de graficos y figuras.....	VI
Resumen.....	VII
Abstract.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
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.....	19
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Métodos de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos .....	20
IV. RESULTADOS .....	21
V. DISCUSIÓN .....	39
VI. CONCLUSIONES .....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS.....	53

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. Categorías de la Subrasante</i> .....	11
<i>Tabla 2. Características físicas de la Molécula de ORGANOSILANO</i> .....	12
<i>Tabla 3. Numero de calicatas para exploración de suelos</i> .....	17
<i>Tabla 4. Numero de Ensayos Mr. y CBR</i> .....	18
<i>Tabla 5. Coordenadas-Geográficas de las calicatas</i> .....	21
<i>Tabla 6. Resultados de contenido de humedad</i> .....	22
<i>Tabla 7. Resultados de Limites De Atterberg</i> .....	23
<i>Tabla 8. Resultados de Granulometría</i> .....	24
<i>Tabla 9. Resultados de Clasificación SUCS</i> .....	27
<i>Tabla 10. Resultados de Proctor Modificado</i> .....	28
<i>Tabla 11. Resultados de CBR</i> .....	30
<i>Tabla 12. Resultados de Proctor Modificado con Terrasil</i> .....	33
<i>Tabla 13. Resultados de CBR con Terrasil</i> .....	34
<i>Tabla 14. Resultados de Proctor Modificado con Caucho reciclado</i> .....	36
<i>Tabla 15. Resultados de CBR con Caucho reciclado</i> .....	37

## Índice de Gráficos y Figuras

<i>Figura 1. Caucho granular de 4.75mm</i> .....	13
<i>Figura 2. Mapa de la carretera Chongoyape Chota</i> .....	16
<i>Figura 3. Resultados de contenido de humedad</i> .....	22
<i>Figura 4. Resultados de Limites De Atterberg</i> .....	23
<i>Figura 5. Resultados de Análisis Granulométrico de C-1</i> .....	25
<i>Figura 6. Resultados de Análisis Granulométrico de C-2</i> .....	25
<i>Figura 7. Resultados de Análisis Granulométrico de C-3</i> .....	26
<i>Figura 8. Resultados de Análisis Granulométrico de C-4</i> .....	26
<i>Figura 9. Curva de Humedad Optima Y densidad Máxima Seca de C-1</i> .....	28
<i>Figura 10. Curva de Humedad Optima Y densidad Máxima Seca de C-2</i> .....	29
<i>Figura 11. Curva de Humedad Optima Y densidad Máxima Seca de C-3</i> .....	29
<i>Figura 12. Curva de Humedad Optima Y densidad Máxima Seca de C-4</i> .....	30
<i>Figura 13. Densidad seca vs CBR%); C-01</i> .....	31
<i>Figura 14. Densidad seca vs CBR%); C-02</i> .....	31
<i>Figura 15. Densidad seca vs CBR%); C-03</i> .....	32
<i>Figura 16. Densidad seca vs CBR%); C-04</i> .....	32
<i>Figura 17. Resultados de Proctor Modificado con Terrasil</i> .....	34
<i>Figura 18. Resultados de CBR con Terrasil</i> .....	35
<i>Figura 19. Resultados de Proctor Modificado con Caucho reciclado</i> .....	36
<i>Figura 20. Resultados de CBR con Caucho reciclado</i> .....	38

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo brindar nuevos métodos que ayuden a mejorar el suelo mediante productos químicos y la reutilización de desechos industriales, estos métodos no son muy conocidos y mucho menos empleados por temas de estudio, esto permitirá disminuir la contaminación y el tiempo de ejecución de las obras viales.

La presente investigación se desarrolló con el único objetivo de mejorar la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota, aplicándoles materiales líquidos y granulares por separados en dos tipos de dosificaciones, buscando el más alto rango de resistencia para luego compararlos con doce tesis tomadas como antecedentes y guía de mi investigación.

Estas investigaciones utilizaron una metodología experimental, en donde se desarrollaron a 4 calicatas a las cuales se le analizó con ensayos de laboratorio como los límites de Atterberg, granulometría, Proctor modificado y CBR empleados para la muestra patrón, luego de ello se determinó la calicata más crítica para poder aplicarle las moléculas de Organosilano y Elastómero por separados y en diferentes dosificaciones. Para las moléculas de Organosilano en 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup>, para las moléculas de Elastómero en 5%, 10% y 15%.

Finalmente, con los resultados de los ensayos se determinó, que con las moléculas de Organosilano, se mejoró la subrasante brindándoles propiedades mecánicas mucho más altas que con la utilización de las moléculas de Elastómero.

**Palabras claves:** Moléculas de Organosilano y Moléculas de Elastómero.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research work is to provide new methods that help to improve the soil through chemical products and the reuse of industrial waste, these methods are not well known and much less used by study topics, this will reduce pollution and the execution time of road works.

The present research was developed with the sole objective of improving the subgrade of the Chongoyape - Chota highway, applying liquid and granular materials separately in two types of dosages, seeking the highest resistance range and then comparing them with twelve theses taken as antecedents and my research guide.

These investigations used an experimental methodology, where 4 pits were developed, which were analyzed with laboratory tests such as Atterberg limits, granulometry, modified Proctor and CBR used for the standard sample, after which the most pits were determined. Critical to be able to apply the Organosilane and Elastomer molecules separately and in different dosages. For Organosilane molecules at 0.5 kg / m<sup>3</sup>, 1 kg / m<sup>3</sup> and 1.5 kg / m<sup>3</sup>, for Elastomer molecules at 5%, 10% and 15%.

Finally, with the results of the tests, it was determined that with the Organosilane molecules, the subgrade was improved, giving them much higher mechanical properties than with the use of Elastomer molecules.

Keywords: Organosilane Molecules and Elastomer Molecules.



## I. INTRODUCCIÓN

“Toda infraestructura vial está expuesta siempre a frecuentes fenómenos de sobrecargas, provocado por las moviidades que transitan en la carretera, naciendo así las deformaciones” [1].

**En el aspecto Internacional.** Tras generaciones pasadas se ha podido observar la aplicación de diferentes técnicas de estabilización de suelos. En Chile, Colombia y España, dieron a conocer como productos estabilizadores, el Dustkill, el ISS2500 y los polímeros reciclados estos productos después de una mezcla con el suelo llegaron a mejorar un 60% y 90% de compactación e impermeabilización, ya que su aplicación es un reactivo modificador de suelos compuestos al 100% por Organosilano y Elastómeros solubles al agua, estables al calor y a la radiación ultravioleta. Dado ello debido a la necesidad de mejorar artificialmente sus características físicos-mecánicas del firme. Este funcionamiento de la aplicación ayuda a la reducción de costos, mejorado notablemente los resultados en su capacidad portante.

**En el aspecto Nacional.** Los problemas que afectaban a las carreteras en el Perú eran principalmente por la humedad, estas han hecho que pierdan su consistencia. En los departamentos de Puno, Ancash y Piura habían utilizado los productos químicos como el Zycobond, el Nanotac, el Terrasil, los polímeros PAM y el caucho reciclado como tipos de estabilizadores para mejorar de la subrasante; Dando como resultado un suelo de categoría (GC – GM), mejorados para el transporte vehicular esto incremento el porcentaje del CBR, brindando un alto índice de resistencia y una eliminación de humedad en la subrasante.

**En el aspecto Local,** en la carretera Chongoyape – Chota la cual tiene una longitud de 154 kilómetros, se caracteriza por tener un alto contenido de humedad debido a las lluvias y al clima esto ha ocasionado el desgaste en la subrasante incrementándolo cada día más, este alto grado de humedad y su topografía de la zona ha hecho que la construcción de la carretera sea muy dificultosa. “el distrito se caracteriza por tener un buen nivel de comercio tanto agrícola, ganadera como de lugares de turismo, haciéndola una de las ciudades con mayor desarrollo sostenible y de gran importancia para la región del país por ser una de las más ecológicas en el Perú” [2].

La presente investigación permitió dar dos alternativas para mejorar la subrasante, incorporando del aditivo Terrasil compuesta por moléculas de Organosilano en forma líquida, así como el caucho reciclado compuesto por moléculas de elastómero en forma granular, estas constituyen parte de productos químicos y desechables capaces de estabilizar suelos, de baja capacidad portante, impermeabilizándolos en su totalidad.

### **Problema General**

Pará plantear un problema se debe implicar la posibilidad de efectuar una prueba empírica, como es el caso de las investigaciones cuantitativas.<sup>3</sup>

¿Cuánto influye la evaluación de las moléculas de Organosilano y Elastómero aplicado a la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?

### **Problemas Específicos**

- ¿Cuánto influye las características técnicas de las moléculas de Organosilano en el Proctor Modificado de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?
- ¿Cuánto influye en el CBR al utilizar la dosificación de las moléculas de Organosilano en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?
- ¿Cuánto influye las propiedades físicas de las moléculas de Elastómero en el Proctor Modificado de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?
- ¿Cuánto influye en el CBR al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?

### **Justificación del Estudio**

La presente investigación es justificada en la parte teórica, practica, social y económica, “Para difundir conciencia y discusión didáctico relativo al entendimiento verdadero, examinar una hipótesis, comprobar resultados, crear epistemología del entendimiento efectivo cuando se pretende explicar las soluciones de un proyecto” [4]. Está justificada de manera **teórica**; ya que vamos a “Confrontar una teoría y generar una reflexión y debate académico sobre el conocimiento actuales y contrastar resultados” [5]. Dado a que nos respaldaran investigaciones ya hechas para conocer la real problemática y los beneficios que vamos a obtener con la utilización de productos químicos como las moléculas de Organosilano y de materiales reciclados

como son las moléculas de Elastómeros los cuales son uno de los problemas más importante del planeta, puesto que la contaminación es muy considerable, ya que los neumáticos compuesto de caucho, tardan quinientos años en degradarse los cuales son más que suficientes para hacer un impacto negativo al medio ambiente, se justifica de manera **práctica** “Cuando su desarrollo es a través de exposición de las razones y explicar los beneficios, igualmente se contribuyan las estrategias para el desarrollo” [6]. Esto al ver los desechos tanto industriales como de obras están siendo uno de los problemas más abundantes en la actualidad motivo por el cual hemos optado por este tipo de investigación la cual nos llevara a dar nuevos usos a estos materiales gracias a los conocimientos constructivos que estos materiales puedan tener. se justifica de manera **social** “Cuando el estudio va a resolver problemas sociales involucrara a un grupo social respecto al estudio impacto tener sobre la sociedad, quienes se beneficiarán” [7]. Puesto que son productos de bajos recursos esto ayuda a la población y a las empresas constructoras, a mejorar el tiempo y costo en el transporte de los habitantes, incrementando el comercio, turismo y la educación de la zona, por último, se justifica **económicamente** puesto que “Entienden la verificación de la ejecución del compromiso extraídas por las entidades beneficiarias de la ejecución de proyectos “[8]. Esto ayuda a poder planear diseños de pavimentos utilizando el mismo tipo de suelo de la zona economizando y amenorando el tiempo de ejecución de las obras.

### **Hipótesis**

Esperar la presentación abstracta, posiblemente la expresión algebraica, consistirá en validar datos experimentales y técnicas de verificación disponibles. <sup>9</sup>

### **Hipótesis general**

Las Moléculas de Organosilano y Elastómero influirá favorablemente en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.

### **Hipótesis específicas**

- Las características técnicas de las moléculas de Organosilano disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.

- El CBR se incrementa al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Organosilano en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.
- La propiedad física de las moléculas de elastómero disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.
- El CBR se incrementa al utilizar el porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.

### **Objetivo**

Los objetivos de la investigación experimental están dirigidos directamente y enfocados en el estudio y lo que se quiere conocer de ellas, Si bien se desprenden directamente del problema.<sup>10</sup>

### **Objetivo General**

Evaluar las moléculas de Organosilano y Elastómero aplicado a la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la influencia de las características técnicas de las moléculas de Organosilano en el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.
- Determinar la influencia de la dosificación óptima de las moléculas de Organosilano en el mejoramiento del CBR de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.
- Determinar la influencia de las propiedades físicas de las moléculas de Elastómero el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.
- Determinar la influencia del porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en el mejoramiento del CBR de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.

## II. MARCO TEÓRICO

### Internacional

**Sarango** (2019), en su estudio titulada *Estabilización de capas granulares para construcción y mantenimiento vial con Organosilanos en la vía colectora E182 (Carchi)*. Universidad Central Del Ecuador, tuvo como **objetivo** principal estudiar la estabilización de la capa de subbase granular adicionando el aditivo de Organosilano en diferentes dosificaciones conformado por 0.25 kg/m<sup>3</sup>, 0.35 kg/m<sup>3</sup> y 0.5 kg/m<sup>3</sup>, para determinar la dosificación óptima. Fue un estudio **tipo** Aplicada, la **población** consistió en el tramo de la vía colectora E182, la **muestra** está conformada por 4 calicatas de 1.50m de profundidad; los **instrumentos** fueron ensayos de laboratorio en los cuales como **resultados** demostraron que el aditivo de Organosilano dosificado en 0.5 kg/m<sup>3</sup> mejoran las características físicas del suelo aumentando el valor del CBR a más del 30% indicando que cumplen con las especificaciones generales de puentes y caminos MOP-F-001-2002. Se **Concluyó**, la adición del aditivo de Organosilano estabiliza a un suelo de baja capacidad portante y mejora las características de resistencia en un 87%.<sup>11</sup>

**Ayala** (2017), en su estudio titulada *Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros*. Universidad de Especialidades Espíritu Santo-Ecuador, tuvo dentro de su **objetivo** principal lograr un equilibrio adecuada de suelos expansivos mediante la utilización de polímeros con la adición de distintos porcentajes de 5%, 7.5% 10% y 15% para determinar el porcentaje óptimo de polímero. Fue un estudio de **tipo** Experimental, la **población** consistió en el tramo de la av. Recinto Puente Lucia y Zamborondón, la **muestra** del estudio conformado por 3 calicatas, con los **resultados** con la adicción del polímero con 10% se redujo un 87% de humedad y ampliar la resistencia, se **concluyó**, con la incorporación del 1.50% de polímero se puede controlar el cambio volumétrico de los suelos expansivos hasta en un 91.5%, lo cual prácticamente anula la expansividad de los mismos, casi anulando la presión que ejerce el suelo expansivo hasta en un 94.1%.<sup>12</sup>

**Rodríguez** (2016), en su investigación titulada *Análisis Comparativo de la Compactación y Humedad de la Subrasante natural y la Subrasante utilizando*

*productos químicos biodegradables (Terrasil), de la vía ecológica del Cantón Quevedo, provincia de los Ríos.* Universidad técnica de Ambato, tuvo como **objetivo** fundamental en analizar la subrasante por medio de la adicción del producto Terrasil, en diferentes porcentajes de 0.2 kg/M3, 0.4 kg/M3, 0.6 kg/M3, y 0.8 kg/m3 para su estabilización del suelo limoso-arcilloso y así poder encontrar el porcentaje optimo y la mejor opción de estabilización. Fue un estudio de **tipo** Experimental, la **población** consistió en la vía con 3.822 m, la **muestra** para ello se ejecutó en 9 calicatas cada 500 metros; los **instrumentos** fueron ensayos de laboratorio como el límite de Atterberg, la humedad optima, la densidad máxima, el ensayo de compactación (Proctor modificado) y el CBR los cuales dieron como **resultados** la capacidad portante del suelo aumenta un 14% después de 7 días realizado el ensayo, la humedad disminuye en un 27.86% luego de 7 días realizado el ensayo, se **concluyó** que trabajar con aditivo Terrasil es mejor que el suelo natural y que el suelo mejorado con material pétreos.<sup>13</sup>

**Moposita** (2016), in his research title, *Influence of the inclusion of recycled polymer (rubber) on the mechanical properties of granular soil.* Universidad Técnica del Norte de Canadá. con el **objetivo** de mejorar las propiedades mecánicas de un suelo granular mediante la inclusión de polímero reciclado en diferentes porcentajes del 3%, 6% y 9% con el objetivo de determinar el porcentaje óptimo. Fue un **tipo** de estudio aplicado, la **población** son 12 km sector Lecorbusier y la **muestra** están conformadas por 70 unidades muestrales; los **instrumentos** fueron ensayos de laboratorio como el límite de Atterberg, la humedad optima, la densidad máxima, el ensayo de compactación (Proctor modificado) y el CBR de los cuales obtuvimos como **resultados**: comparando el patrón y la integración del caucho en los distintos porcentajes, se establece medidas de amplitud caucho a muestra sub base nuestra resistencia va disminuyendo Se **concluyó** que un 3% de caucho da un 30,00% del CBR; siendo este el porcentaje optimo que logra estabilizar el suelo.<sup>14</sup>

**Patiño** (2017), in his research titled, *soil stabilization through additions of recycled rubber,* de la Universidad de Canada. Su principal **objetivo** fue el estudio de la estabilización de dos tipos de suelos con incorporación de fibras de caucho en distintos tipos de porcentajes en 5%, 10%, 15% con el objetivo de determinar su capacidad

portante y su máxima densidad seca. Se trató de un **tipo** de estudio aplicado, la **población** y **muestra** están conformadas por 40 unidades muestrales, los **resultados** para un suelo arcilloso, con la adición de caucho 5% aumenta 4.61%, con la adición de caucho 10% aumenta 6.48% y con la adición de 15% aumenta 4.83%. Se **concluyó** que el porcentaje óptimo de caucho reciclado es con el 10% del peso de la mezcla este incremento logro aumentar en un 6.48% del CBR, esto quiere decir que se logró estabilizar la arcilla con un material de desecho industrial, teniendo en cuenta que la arcilla tiene una resistencia totalmente opuesta a la grava y que con la adición de caucho reduce su capacidad de carga.<sup>15</sup>

**Pardo** (2017), in his research entitled, Evaluation of the potential of lateral floors (gravel) using Terrasil for road infrastructure works in Vichada, de la Universidad de Canada. Tuvo como **objetivo** evaluar el potencial del suelo laterítico, conocido en la zona como ripio, para su implementación en obras de infraestructura vial dieron como resultados para este tipo de suelo una dosificación del 0.3, 0.5, 1.0 y 2.0 kg/m<sup>3</sup>, Se trató de un **tipo** de estudio aplicado; los **instrumentos** fueron ensayos de laboratorio como el límite de Atterberg, la humedad óptima, la densidad máxima, el ensayo de compactación (Proctor modificado) y el CBR los **resultados** permitieron ver que el compuesto orgánico disminuye en un 6% para el valor de contenido de agua óptimo de ripio, esto no fue muy satisfactorio para la investigación, en **conclusión** se determinó la dosificación óptima de 1.0 kg/m<sup>3</sup> haciendo que el material no se desintegre hasta en un 60% menos y el ingreso de fluidos se redujera hasta en un 70%, esto quiere decir que este aditivo tiene un mejor comportamiento en suelo finos, por lo que en el ripio, que es un suelo granular, no se evidenció un incremento significativo en las propiedades mecánicas del material.<sup>16</sup>

**Serrano y Padilla** (2018), en su artículo publicado *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados*, en la universidad de Ingeniería Solidaria México. Tuvo como **objetivo** fundamental las transformaciones de las propiedades de subrasante por medio de adición de fibras naturales y sintéticas, fue un estudio de **tipo** aplicada. Se trató de un **tipo** de estudio aplicado; los **instrumentos** fueron ensayos de laboratorio

como el límite de Atterberg, la humedad óptima, la densidad máxima, el ensayo de compactación (Proctor modificado) y el CBR. Los **resultados** demostraron que la adicción de las fibras de polímeros reciclados aumenta considerablemente en la resistencia del firme con el porcentaje óptimo del 5% tras 90 días de curado, la resina epóxica logra un incremento de hasta el 20%. Para suelos con arcilla arenosa de grano fino y con material de grano grueso, se puede tener un aumento de la resistencia a la flexión de 0.688 Mpa a 0.805 Mpa del suelo –cemento en relación con el suelo cementado adicionado con fibras, con un 50-12.5% de fibras en porcentajes al volumen del suelo. Se **concluyó** que para las muestras reforzadas con cuatro contenidos de polímero diferentes 5%, 7.5%, 10% y 12.5% se identificaron aumentos de la resistencia máxima de 8%, 15.7%, 18.5% y 21% respectivamente estos suelos logran alcanzar un pico de estrés en deformación axial de 2% y 4%.<sup>17</sup>

**Nandan y Mishra** (2015), en su artículo científico *Scientificallly Surveying the Usage of Terrasil Chemical for Soil Stabilization*, El **objetivo** de esta investigación es para estudiar el cambio de las propiedades del suelo limoso local no tratado, además de contemplar el efecto de la expansión con el aditivo Terrasil al suelo no tratado por el peso seco del suelo para compensar la subrasante para el desarrollo de carreteras además ver la disminución en el espesor que se suma a la economía, esto lo hace confiable y ventajoso tanto como para arquitectos como para diseñadores de pavimentos. En **conclusión**, se observa que los valores de CBR aumentan con el aumento en el porcentaje de estabilización dejando la dosificación óptima de 0.41 kg/m<sup>3</sup> de Terrasil. Se necesita investigar más por qué disminuye la resistencia a la compresión no confinada.<sup>18</sup>

**Rohini** (2018) en su artículo publicado *Stabilization Of Black Cotton Soil Using Terrasil And Zycobond*. presentada a la universidad NorthCap tuvo como **objetivo** principal en analizar los suelos expansivos y estabilizar con el aditivo Terrasil en distinta cantidad de 0,6 kg/m<sup>3</sup>, 0,8 kg/m<sup>3</sup>, 1 kg/m<sup>3</sup>, 1,2 kg/m<sup>3</sup> en la cuales se realizaron pruebas de resistencia para analizar su comportamiento de los suelos debido su composición física y química que están sujetos a cambios de volumen, los **resultados** demostrando que el índice de Plastica disminuye un 30% a 27.5% con la adición de 0.6 kg/m<sup>3</sup> de



Terrasil y se reduce de 26.3%, 25% y 21.05% con la adición de 0.8 kg/m<sup>3</sup>, 1.0 kg/m<sup>3</sup> y 1.2 kg/m<sup>3</sup> aumentando su resistencia. En **conclusión**, la prueba resistencia a la compresión no confinada se realiza después del periodo de curado de 7 días, 21 días y 28 días, esta resistencia a la compresión no confinada se reduce cuando se aumenta la dosis de los nanos químicos, la dosificación optima obtenida fue de 1.0 kg/m<sup>3</sup>. (Terrasil).<sup>19</sup>

## **Nacional**

**Martínez (2019)**, *Estabilización de suelos cohesivos con aditivo Organosilano a nivel de subrasante*. Universidad Peruana los Andes. Tuvo como **objetivo** principal en determinar la influencia del aditivo Organosilano en un suelo cohesivo estabilizado a nivel de la subrasante con diferentes porcentajes de adicción del aditivo de 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1.0 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup>, el estudio de **tipo** aplicada, con la **población** consistió a las calles del distrito de Chilca y la **muestra** conformada por 4 calicatas; los **instrumentos** fueron ensayos de laboratorio como el límite de Atterberg, la humedad optima, la densidad máxima, el ensayo de compactación (Proctor modificado) y el CBR los **resultados** con la adición del 0.5kg/m<sup>3</sup> aumenta en un 14.84%, con la adición del 1 kg/m<sup>3</sup> aumenta en un 24.95% y con la adición del 1.5 kg/m<sup>3</sup> de Organosilano aumenta el 43.36% de su CBR , se **concluyó** que a medida que se incrementa la dosificación del aditivo Organosilano incrementa el % del CBR, dejándolo al suelo con propiedades hidrófobas permanentes (repele el agua, eliminando los problemas que se derivan de la presencia de la misma), mantiene su transpiración( expulsa el agua en forma de vapor).<sup>20</sup>

**Palomino (2016)**, *Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador de elastómero (Caucho)*. Universidad Privada Del Norte, tuvo como **objetivo** principal determinar la capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación de 2%, 4% y 6% del estabilizador de elastómero (Caucho), el **tipo** de estudio es aplicada, con la **población** el centro poblado el Cerril, la **muestra** consistió en 12 especímenes del suelo, **instrumentos** del estudio conformado por ensayos de laboratorio, los **resultados** obtenidos con la adición del 2% del aditivo aumento el CBR en un 7%, con la adicción del 4% del aditivo aumento el CBR en un 9.60% y con la

adición del 6% del aditivo aumento el CBR en un 11.70% llegando a estabilizar al suelo arcilloso fueron, se **concluyó**, a mayor porcentaje de adición de porcentaje del aditivo Organosilano incrementa la capacidad portante y disminuye el contenido de humedad.<sup>21</sup>

**Díaz y Torres** (2019), *Incorporación de partículas de caucho de neumático para mejorar las propiedades mecánicas en suelos arcillosos*. Universidad Nacional De Jaén, tuvo como **objetivo** principal mejorar las propiedades mecánicas de suelos arcillosos con la empleación de partículas de neumáticos en diferentes porcentajes: 1%, 3%, 5% 7% y 9%. Con un estudio de **tipo** aplicada, con la **población**, que corresponde a todas las calles del distrito de chilca, la **muestra** fue de tipo no probabilística e internacional, se seleccionó Jr. Humboldt – Azapampa – Chilca - Huancayo por que durante los ensayos pre experimentales que se realizaron se obtuvo el % de CBR era menos a 6%, que es una subrasante inadecuada; para ello se empleó como **instrumentos** ensayos de laboratorio los **resultados** con la muestra patrón se obtuvo un CBR de 2.94%, incorporando el 1% de caucho con un CBR de 3.85%, incorporando el 3% un CBR de 5.15%, incorporando 5% un CBR de 4.97%, incorporando el 7% un CBR de 4.88% e incorporando el 9% un CBR de 2.92% y se **concluyó** que con la incorporación del 1% de caucho tuvo porcentaje de 27.59% un óptimo de contenido de humedad de con el 3% de caucho se obtiene una 30.00%; con el 5% de caucho 28.17%; adicionando el 7% de caucho se logra de 26.51%; y por último con el 9% de caucho se llega a una máxima densidad seca de un óptimo contenido de humedad de 27.05%.<sup>22</sup>

### **Subrasante**

La subrasante capa superior del terraplén, que soporta la estructura del pavimento, conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable.<sup>23</sup>

La subrasante está ubicada en el terreno natural, está es la más importante, ya que es donde se distribuyen las cargas ocasionadas por los vehículos y la que absorbe los fenómenos naturales como son la humedad entre otras.

“Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados y estables con CBR; >6%. Sí los suelos no cumplen esta condición por tratarse de suelos de mala calidad, CBR < 6%, es decir suelos blandos o muy compresibles o con materia orgánica [...] se considerará la estabilización, mejora o refuerzo de los suelos, según la naturaleza de los mismos, efectuando estudios geotécnicos de estabilidad y de asentamientos” [24].

**Tabla 1:** *Categorías de la Subrasante*

CATEGORIAS DE LA SUBRASANTE	CBR
So: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20 %
S4: Subrasante Muy Buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carretera, Sección Suelos y Pavimentos.

Características esenciales para analizar en la subrasante, son las propiedades físicas, propiedades mecánicas (máxima densidad seca y capacidad de soporte).

### **Estabilizador de suelos utilizando Moléculas de Organosilano**

“Las moléculas Organosilano está compuesto por un órgano alcoxisilano funcional. El grupo alcoxi es radical en la cadena orgánica. Este grupo alquilo puede ser epoxi, cloro, mecapto, Amino, etc. La naturaleza hidrofóbica se imparte por la presencia de un grupo alquilo” [25].

El aditivo Terrasil está compuesto al 100% por molécula de Organosilano el cual brinda un suelo con características hidrófobas de forma permanente, mantiene su transpiración (expulsa el agua en forma de vapor), reduce en índice de plasticidad, aumenta el CBR, reduce en hinchamiento, mejora el módulo de resiliente, mejora la densidad y compactación, como también reduce el consumo de agua en la compactación del material esto ocurre igual para todo tipo de suelo ya sea arcilloso,

húmedo, limoso entre otros, colabora a la vez con el medio ambiente reduciendo el polvo y las contaminaciones que pueda existir. Estos son "puentes moleculares" que se usan como imprimadores y promotores de adhesión para recubrimientos o adhesivos. La adición de un silano en la interfaz da como resultado una alta resistencia de unión y resistencia a la corrosión. El enlace químico creado por el uso de un silano aporta varios beneficios, tales como: Una fuerte unión entre la superficie inorgánica y el polímero orgánico para proporcionar una adhesión mejorada tanto en ambientes húmedos como secos. <sup>26</sup>

La solución con la aplicación con las moléculas de Organosilano, son capas de repeler en el agua y así poder eliminar el hinchamiento y la absorción de suelo. Con la finalidad de obtener una mejora para todo tipo de suelo, con eso se puede conseguir que el suelo o terreno natural se encuentre en un estado seco así poder establecer una estabilización eficaz del suelo tratado o mejorado.

**Tabla 2:** *Características físicas de la Molécula de ORGANOSILANO*

Características físicas de la Molécula de ORGANOSILANO	
Peligro Explosivo	Negativo
Punto de Ebullición	200°C
Punto de Inflamación	Mayo a 90°C
Densidad	1.04 g/ml
Viscosidad	100 - 500 cps
Color	Rojo Palido
Forma	Liquida

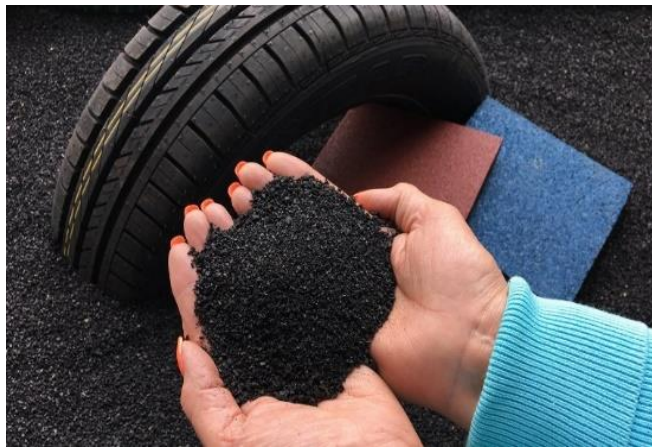
Fuente: Elaboración Propio.

Se usan como imprimadores y promotores de adhesión para recubrimientos o adhesivos. La adición de un silano en la interfaz da como resultado una alta resistencia de unión y resistencia a la corrosión. <sup>27</sup>

## **Estabilizador de suelos utilizando Moléculas de Elastómero**

Los elastómeros son poliméricos que pueden ser estirados incesantemente longitudinalmente original con ninguna deformación permanente. Son comúnmente seleccionados de acuerdo a sus características de dureza y absorción de energía. Los elastómeros, ubicadas mayormente como en llantas y mangueras industriales. <sup>28</sup>

El grano de caucho reciclado está compuesto al 100% por moléculas de elastómero que son proveniente de sustancias elásticas impermeables. Este posee un alto índice de plasticidad que es propio de su mismo material, puede ser deformado en todas las direcciones y este vuelve a su estado original.



*Figura 1: Caucho granular de 4.75mm*

Fuente: Manual de Polímeros

Componentes Elastoméricos, renombrado como cauchos o hule mayormente en países hispanoamericanos, brindan elasticidad química que hacen insustituibles. <sup>29</sup>

utilizados en productos industriales hoy en día se están empleando en el área de ingeniería principalmente en el ámbito de infraestructura vial ayudando al suelo a adquirir propiedades que ayuden a resistir las cargas, lluvias, vientos entre otros fenómenos.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Estudiada cual cumple con diagnosticar bases teóricas, que servirán de ayuda para indagar y experimentar los resultados de otras investigaciones ya hechas para así poder mejorar y llegar a nuevos resultados para la ayuda de los proyectos modernos.<sup>30</sup>

Por consiguiente, la actual investigación es de tipo **Aplicada**, debidamente se emplea conceptos previos en mejoramiento de la subrasante con la adición de Moléculas de Organosilanos y Elastómeros con el fin de dar y conocer distintas soluciones o alternativas para una mejor estabilización de suelo con pie de uso de tecnologías, obteniendo mejores resultados en los ensayos y los criterios de resistencia, Proctor modificado y reducción de la humedad.

#### **Diseño de investigación**

- Diseño experimental: "(...) Se le nombra diseño cuasi experimental porque tenía ciertas restricciones al ser aplicado al diseño experimental verdadero, como finalidad la evaluación de los fenómenos manipulados de manera intencional, conformado por más de unas variables independientes para examinar los cambios que sufren en las variables dependientes" [31].

Por lo tanto, el proyecto se considera un diseño **Cuasi experimental**, porque se evaluará intencionalmente las dosificaciones de la incorporación de Moléculas de Organosilanos (Terrasil) con el 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup> y Elastómeros (caucho) con el 5 %, 10 % y 1.5 %, adicionándolo a la subrasante y ver su influencia de las propiedades físico- mecánicas de la misma; por tal motivo se sub-clasifica como cuasi-experimental, puesto a que el tipo de terreno para el presente estudio es conocido como suelo arcilloso, la cual contara con 20 ensayos a la muestra patrón los cuales son 4 granulometría, 4 L.I, 4 L.p , 4 P.R y 4 CBR, dado ello para la adición con las moléculas de Organosilano y elastómero se adicionan con respecto al volumen del material, estas son llevadas a cabo respecto a los autores estudiados de base a la investigación.

### 3.2. Variables y Operacionalización

#### Variable dependiente:

##### **La Subrasante de la carretera Chongoyape – Chota.**

**Definición Conceptual:** Es la capa situada arriba del cuerpo de terraplén y debajo de la sub base, que tiene la función de dar alineamiento vertical al camino, por lo que recibe menor cantidad de esfuerzo a causa de las cargas de tránsito.<sup>32</sup>

**Definición operacional:** La estabilización del suelo tiene propiedades físicas - mecánicas que resaltan para su mejoramiento. En este estudio se realizará primeramente la excavación de 4 calicatas para la clasificación del suelo realizando los 4 ensayos de granulometría, 4 limite líquido y 4 limite plástico, asimismo se realizará ensayo de CBR y Proctor Modificado para ver el grado de trabajabilidad de las muestras, de tal modo se proseguirá con los ensayos del Proctor Modificado y el CBR con la adición del 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup> de Terrasil y 5%, 10% y 1.5% de caucho reciclado resultando un total de 10 muestras para su nivel de capacidad portante y 10 muestras para su contenido de humedad y máxima densidad seca.

#### Variable independiente:

##### **Moléculas de Organosilano**

**Definición Conceptual:** Las moléculas de Organosilano, es un estabilizador impermeable a la humedad, hecho para evitar las deformaciones además que evita las porosidades de los suelos que ayude a extraer la corrosión de la superficie. Concluyendo así que este estabilizador hace que la subrasante permanezca totalmente impermeable a la humedad aislado de la corrosión y estable en su totalidad.<sup>33</sup>

**Definición operacional:** La adición de las Moléculas de Organosilano (Terrasil) en 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup>, en relación al volumen del suelo, estas se emplearán para las 3 muestras, con el fin de reducir el contenido de humedad e incrementar nivel de resistencia, se procedió a elaborar 4 calicatas de las cuales hemos obtenido el CBR, Proctor Modificado, granulometría, el límite líquido y limite plástico para ver el tipo de suelo más crítico de la muestra patrón dependiendo de ello se realizaran 3 CBR y 3 Proctor Modificado para cada dosificación con las Moléculas de Organosilano.

## Moléculas de Elastómero

**Definición Conceptual:** Los granos de caucho reciclado, el cual compuesto por moléculas de elastómero son recicladas principalmente por vehículos, en tiempos pasados estos desechos eran un gran peligro para el medio ambiente, porque hoy en la actualidad el campo de la ingeniería le estamos dándole un valor muy favorable para construcción, ya sea en carreteras como en edificaciones.<sup>34</sup>

**Definición operacional:** La adición de las Moléculas de Elastómero (caucho) en 5%, 10% y 15%, en relación al volumen del suelo, estas se emplearán para las 3 muestras, con el fin de reducir el contenido de humedad e incrementar nivel de resistencia, posteriormente se procederá a elaborar 4 calicatas de las cuales obtendremos el CBR, Proctor Modificado, granulometría, el límite líquido y límite plástico para ver el tipo de suelo más crítico de la muestra patrón dependiendo de ello se realizaran 3 CBR y 3 Proctor Modificado para cada dosificación con las Moléculas de Elastómero.

### 3.3. Población, Muestra y muestreo

#### Población

Aclarada como un grupo de personas u objetos, estos parámetros son importantes para proseguir a visualizar el punto donde se desarrollará el trabajo de investigación.<sup>35</sup> La población estará representada por todas las calicatas que resulten en la subrasante de la carretera Chongoyape –Chota, en una longitud de **154 Km**.

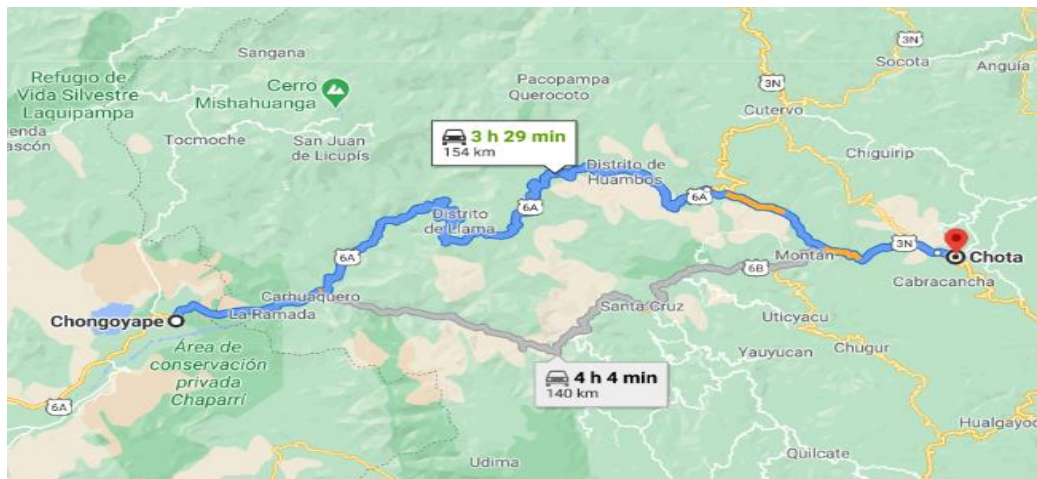


Figura 2: Mapa de la carretera Chongoyape chota

Fuente: <https://www.google.com/maps/dir/Chongoyape/Chota>



## Muestra

Es una parte importante tomada de una población la cual se analizará mediante ensayos, bases de datos de largo proceso para ello es importante identificar la muestra que se utilizara en su investigación.<sup>36</sup>

Cabe resaltar que, el tipo de carretera del presente estudio es de 3era clase, con un IMDA entre 400-201 veh/día en la calzada de 2 carriles, según el manual de carreteras – sección de suelos y pavimentos, indicando la realización de 2 calicatas por 1 km a una profundidad 1.50m del nivel.

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

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

Cabe resaltar también que, según el tipo de carretera de acuerdo al presente estudio, y de acuerdo al Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, se indica realizar (1) CBR por cada 2 Km como mínimo.

Ante ello por tener 2 km para (1 CBR) y 1 km para (2 calicatas), se tomarán 2 Km para efecto de las calicatas de la muestra, por ello se realizarán **4 calicatas** para efectos de la muestra, de ese total se extraerá una cantidad suficiente y poder realizar los (4) ensayos CBR, Proctor Modificado, granulometría, limite líquido y limite plástico para su clasificación de suelo y definir las propiedades físico-mecánicas en la muestra patrón, luego de ello con el aditivo Terrasil en (5kg/m<sup>3</sup>, 1kg/m<sup>3</sup> y 1.5kg/m<sup>3</sup>) y Caucho en (5%, 10% y 15%), se podrá determinar la mejor dosificación.

**Tabla 4:** Numero de Ensayos Mr. y CBR

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

## **Muestreo**

Al haber elegido los parámetros como la unidad de análisis, muestra y población esta no está sujeta a las probabilidades de las que se pueda enfocar la muestra.<sup>37</sup>

Esta investigación es realizada por un muestreo **no probabilístico**, puesto que toda la información fue obtenida por tesis ya elaboradas estas serán escogidas de acuerdo a su conveniencia y alcance de la norma.

Siendo la unidad de análisis la subrasante con la cual desarrollaremos todos los ensayos “La unidad de análisis es un segmento finito importante en la cual se a analizar. En cualquier proceso investigativo de amplio espectro, es esencial seleccionar un muestrario” [38].

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

**a) Prospectiva**, Con ayuda de la observación, recopilación documental (fichaje) y los ensayos de laboratorio se define sobre el control de las mediciones de la investigación a futuro ayudadas por los antecedentes estudiados.<sup>39</sup>

Para la recolección de datos de mi tramo utilizare equipos topográficos para ver la gravedad de la carretera luego extraer todos los resultados a una base de datos provenientes de la topografía, luego tomaremos el tipo de suelo y el tipo de material que utilizaremos para poder examinar con máquinas y equipos de laboratorio. Los instrumentos de indagación cumplen reglas importantes en la recolección de datos y se aplican según la naturaleza y características del problema.<sup>40</sup>

Dentro de mi investigación obtendremos en el laboratorio la muestra representativa que se desarrolla como cuarteo manual, el contenido de humedad del suelo este factor es el más importante ya que en la investigación se intervendrá y reduciremos este factor, analizaremos la granulometría por tamizado del suelo, compactación de suelo en laboratorio usando energía modificada y el CBR del suelo examinado en el laboratorio con los 2 tipos de estabilizadores. La validez es el nivel del ítem de la prueba calcula lo que intenta medir, es la particularidad más significativa de una prueba.<sup>41</sup> Para garantizar la validez de la investigación, mencionare las proveniencias de los estabilizadores que se utilizara, con el respaldo del ingeniero Antonio Chávez gerente general de la empresa BREM S.A.C. y con respecto al otro estabilizador

nuestro distribuidor no puede ser especificado, puesto que este material es un producto reciclado.

Las técnicas como plan de recopilación de datos para esta investigación (cuasi experimental) en base a los instrumentos de recolección de datos será mediante el análisis de mecánica de suelos según sus indicadores al aplicarse el aditivo Terrasil en (5 kg/m<sup>3</sup>, 1 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup>) y Caucho reciclado en (5%, 10% y 15%), empleando para ello, los laboratorios de mecánica de suelos, los que estarán sujetos a las normas designadas para cada tipo de ensayo.

### **3.5. Procedimientos**

#### **a) Prospectivo:**

La excavación de las 4 calicatas para extraer las muestras de suelos, se realizarán un in situ, tendrán una profundidad de 1.50 m del nivel de la subrasante, el cual será transportado hacia el laboratorio de suelos, para ser sometidos a los ensayos de CBR, Proctor Modificado, granulometría, Límite Líquido y Límite Plástico según el ASTM, para evaluar la mejor opción de resultados, tomándose en cuenta el número de Ensayos y la cantidad de Calicatas a realizarse, en la toma de muestras de los estratos significativos, los mismos que serán llevados al laboratorio.

### **3.6. Método de Análisis de datos**

**Prospectivo.** Para la selección de datos se ejecutará mediante la observación directa, por medio de ellos nos permitirá visualizar cada prueba, ensayado en laboratorio y tomando los apuntes correspondientes, necesarios para nuestros resultados y contrastarlos con la hipótesis.

### **3.7. Aspectos éticos**

Siendo futuro ingeniero civil, el presente proyecto de investigación se desarrolló con total honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado parte de las tesis de otros autores, respetando sus aportes, indicando todos los manuales, normas e instrumentos que se usaron en el proyecto de la investigación con las respectivas resoluciones, los cuales al final serán comparados por la herramienta web Turnitin y de los valores más influyentes en esta investigación, es la honestidad la cual está respaldada por fotografías en campo y firmas de los especialistas que garantizaron la confiabilidad y el compromiso profesional ayudaron a manejar este estudio.

#### IV. RESULTADOS

##### Tema Proyectado

La presente indagación consistió en la Evaluación de las moléculas de Organosilano y Elastómero aplicado a la subrasante en el tramo Chongoyape - Chota.

##### Ubicación Política del Proyecto

Región : Cajamarca

Departamento : Cajamarca

Provincia : Chongoyape – Chota

##### Trabajo de campo

Se ubicó y registro para la excavación (calicatas) de la muestra proveniente de los estratos del suelo; aplicando el procedimiento visual-campo para su clasificación de suelo.

En la siguiente Tabla se percibe las progresivas de cada calicata:

**Tabla 5:** *Coordenadas-Geográficas de las calicatas*

PROG.(KM)	CALICATA	PROF.(m)	COORDENADAS		LADO
			NORTE	ESTE	
4+000	C - 1	1.5	6°55'26.81"	78.659306	DERECHO
4+500	C - 2	1.5	6.543848	78.68005	IZQUIERDO
5+000	C - 3	1.5	6.546793	78720353	IZQUIERDO
5+500	C - 4	1.5	6.554447	78750581	DERECHO

Fuente: Elaboración propia

##### Trabajo de laboratorio

Después de la extracción de las 4 calicatas, llevados al laboratorio de suelos para realizar ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, CBR y Proctor modificado, para determinar la clasificación de suelos, siendo su Resultado:

## Propiedades Físicas-Mecánicas Del Suelo

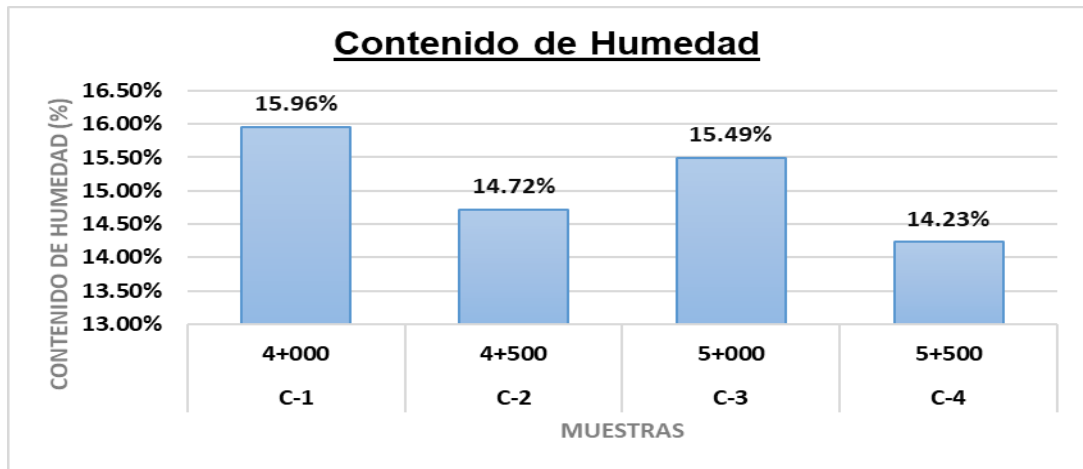
Tener en cuenta las características físicas-mecánicas de una subrasante es gran parte fundamental, ya que mediante a sus parámetros de comportamientos de los distintos tipos y clasificación de los firmes expuestos a cargas, así modo el comportamiento ante de la variación de la humedad.

- **Contenido de Humedad:**

**Tabla 6:** Resultados de contenido de humedad

<b>Calicata</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Contenido de Humedad</b>
<b>C-1</b>	4+000	15.96%
<b>C-2</b>	4+500	14.72%
<b>C-3</b>	5+000	15.49%
<b>C-4</b>	5+500	14.23%

Fuente: Elaboración propia



*Figura 3:* Resultados de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la figura 3; se aprecia y se hace mención de los resultados de los ensayos de contenido de humedad natural de las cuatro calicatas. Para la C-1, contiene un 15.96% de humedad, C-2 obtiene el 14.72%, C-3 obtiene el 15.49% y para la C-4 obtiene un 14.23% de humedad.

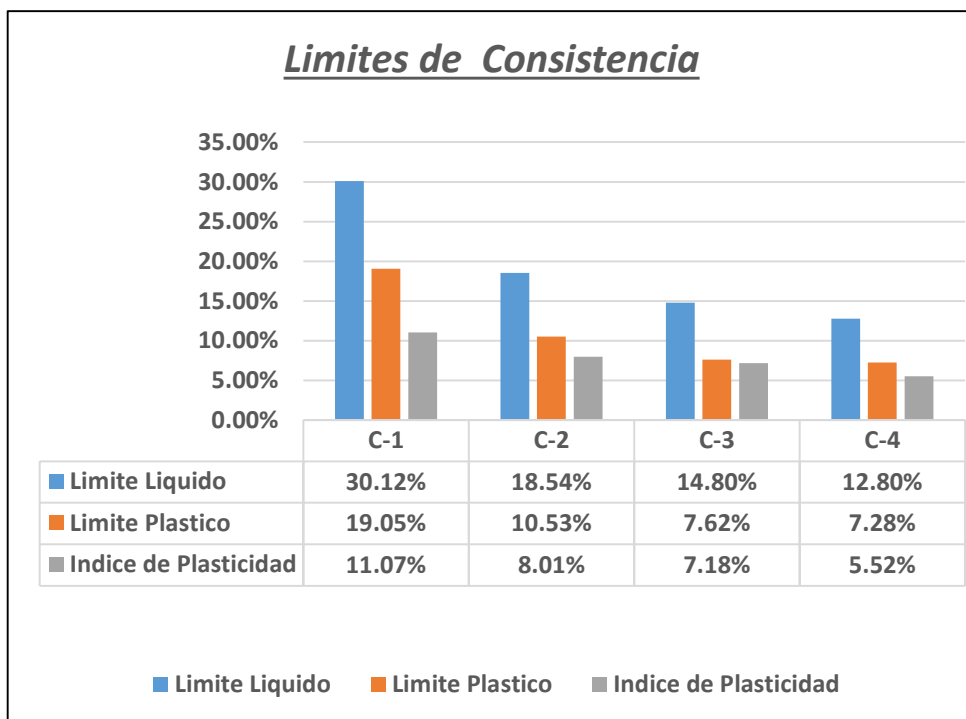
- **Ensayo De Límites De Atterberg**

En la tabla, se aprecia el resumen de los resultados del ensayo de límites de Atterberg:

**Tabla 7: Resultados de Límites De Atterberg**

<i>Calicata</i>	<i>Progresiva</i>	<i>Límite Líquido</i>	<i>Límite Plástico</i>	<i>Índice de Plasticidad</i>
<b>C-1</b>	4+000	30.12%	19.05%	11.07%
<b>C-2</b>	4+500	18.54%	10.53%	8.01%
<b>C-3</b>	5+000	14.80%	7.62%	7.18%
<b>C-4</b>	5+500	12.80%	7.28%	5.52%

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4: Resultados de Límites De Atterberg**

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

**Interpretación:** en la figura 4, se aprecia los resultados de los límites de Atterberg, cual nos permitirá delimitar el índice de plasticidad de cada calicata; la C-1 obtuvo un límite líquido de 30.12% a los 25 golpes en la copa grande y un límite plástico de 19.05% dando un valor de 11.07% de índice de plasticidad. Para la C-2 obtuvo un límite líquido de 18.54% a los 25 golpes en la copa grande y un límite plástico de 10.53% dando un valor de 8.01% de índice de plasticidad. La C-3 obtuvo un límite líquido de 14.80% a los 25 golpes en la copa grande y un límite plástico de 7.62%

dando un valor de 7.18% de índice de plasticidad. la C-4 obtuvo un límite líquido de 12.80% a los 25 golpes en la copa grande y un límite plástico de 7.28% dando un valor de 5.52% de índice de plasticidad.

- **Ensayo De Granulometría**

En tabla 8, se mostrará el resumen del contenido que ha pasado por los tamices de las 4 calicatas.

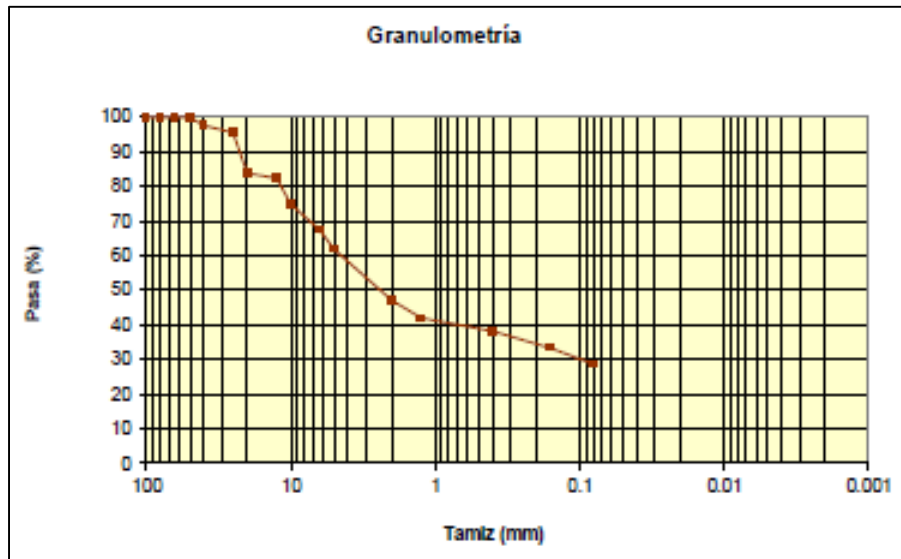
**Tabla 8:** Resultados de Granulometría

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA			
Tamiz	Abertura (mm)	C-01	C-02	C-03	C-04
3"	80	100%	100%	100%	100%
2 1/2"	63	100%	100%	100%	100%
2"	50	100%	100%	100%	100%
1 1/2"	40	100%	100%	100%	100%
1"	25	100%	100%	100%	100%
3/4"	20	100%	100%	100%	100%
1/2"	12.5	100%	100%	100%	100%
3/8"	10	100%	100%	100%	100%
1/4"	6.3	100%	100%	100%	100%
N°4	5	100%	100%	100%	100%
N°8	2.36	100%	100%	100%	100%
N°10	2	100%	100%	100%	100%
N°16	1.25	100%	100%	100%	100%
N° 20	0.84	99.18%	91.14%	90.80%	90.69%
N°30	0.6	98.14%	81.44%	80.94%	82.31%
N°40	0.4	96.91%	72.05%	71.56%	73.45%
N°50	0.3	95.05%	60.30%	59.91%	61.80%
N°80	0.18	92.78%	48.92%	48.62%	50.42%
N°100	0.16	82.47%	35.50%	35.20%	37.00%
N°200	0.08	51.55%	21.10%	20.60%	21.00%

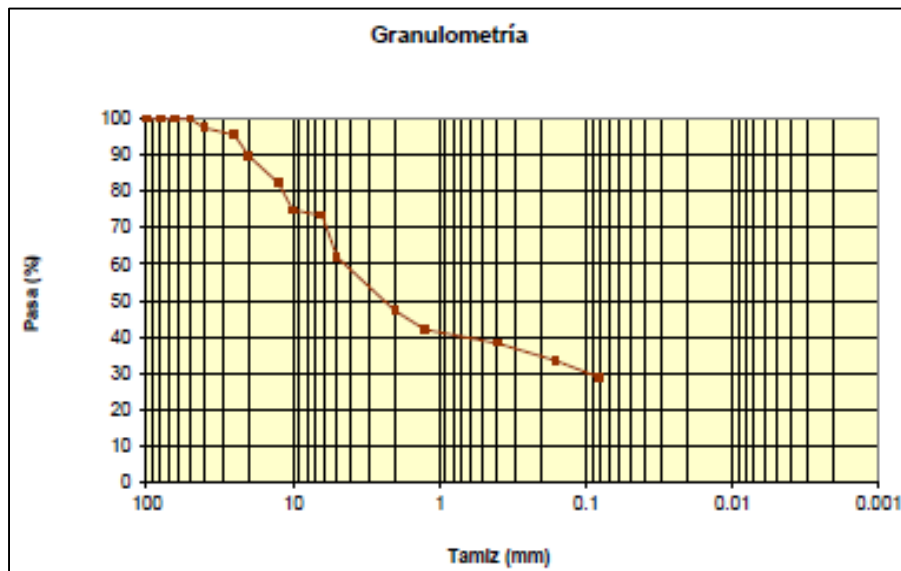
Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la tabla 8, de tal manera se realiza una comparación de los porcentajes de las 4 calicatas. se observa los porcentajes que pasan por la malla N°200 (abertura 0.074), en las C-1, pasan un 51.55%, que se define como un suelo fino-arcilla, para las C-02,03 y 04, pasan 21.10%,20.60% y 21.0%.





*Figura 5:* Resultados de Análisis Granulométrico de C-1  
 Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto



*Figura 6:* Resultados de Análisis Granulométrico de C-2  
 Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

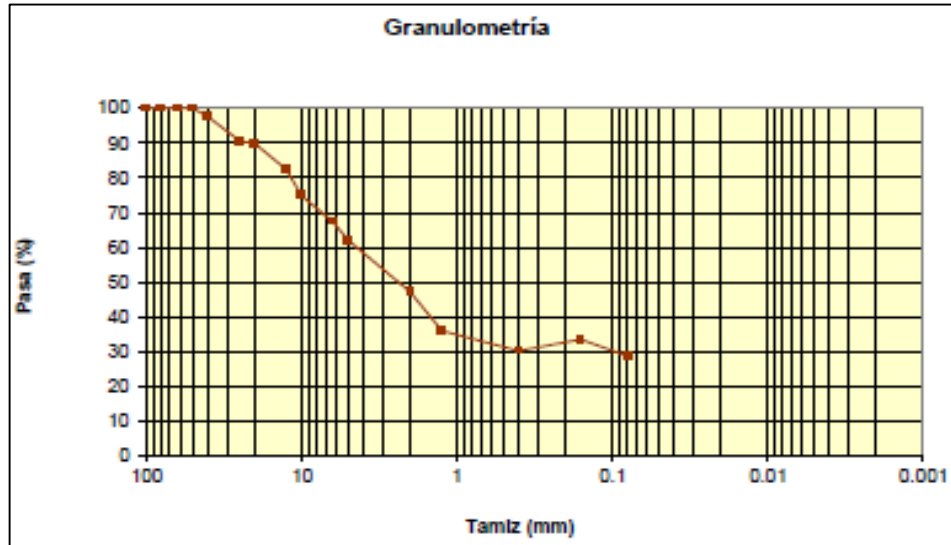


Figura 7: Resultados de Análisis Granulométrico de C-3  
Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

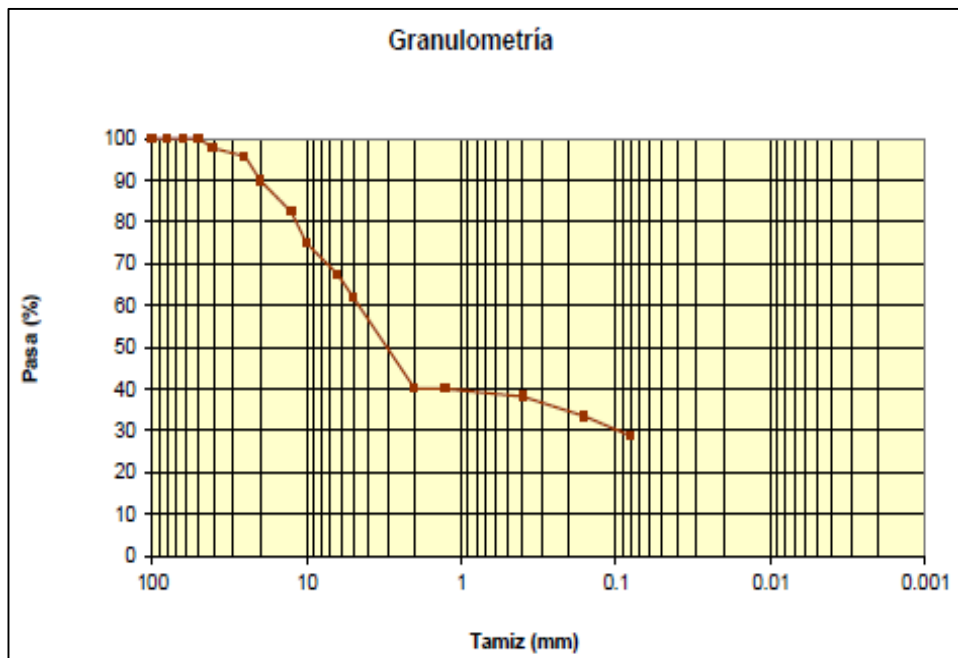


Figura 8: Resultados de Análisis Granulométrico de C-4  
Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

**Tabla 9: Resultados de Clasificación SUCS**

CALICATA	C-01	C-02	C-03	C-04
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-4
Progresiva	4+000	4+500	5+000	5+500
Grava 3" - N°4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Arena N°4 - N°200	30.93%	14.40%	14.60%	16.00%
Fino <N°200	51.55%	21.10%	20.60%	21.00%
Limite Liquido	30.12%	18.54%	14.80%	12.80%
Indice de Plasticidad	19.05%	10.53%	7.62%	7.28%
CLASIFICACION SUCS	CL	SC	SC	SC-SM
DENOMINACION	ARCILLA MEDIA PLASTICIDAD	ARENA ARCILLOSA	ARENA ARCILLOSA	ARCILLA-ARENOSA-LIMOSA

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** en la tabla 9, mediante el método de Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, se especifica su tipo de suelo de cada muestra analizada, junto a los resultados del L.L y L.P. para las C-2, C-3, C-4 su denominación fue de SC, SM (arena-arcillosa, arcilloso limoso) y en cambio de la C-1 se denominó CL (arcilloso-media plasticidad), se concluyó que la muestra1 es la crítica en la cual se va analizar con los estabilizadores del estudio.

- **Ensayo del Proctor Modificado**

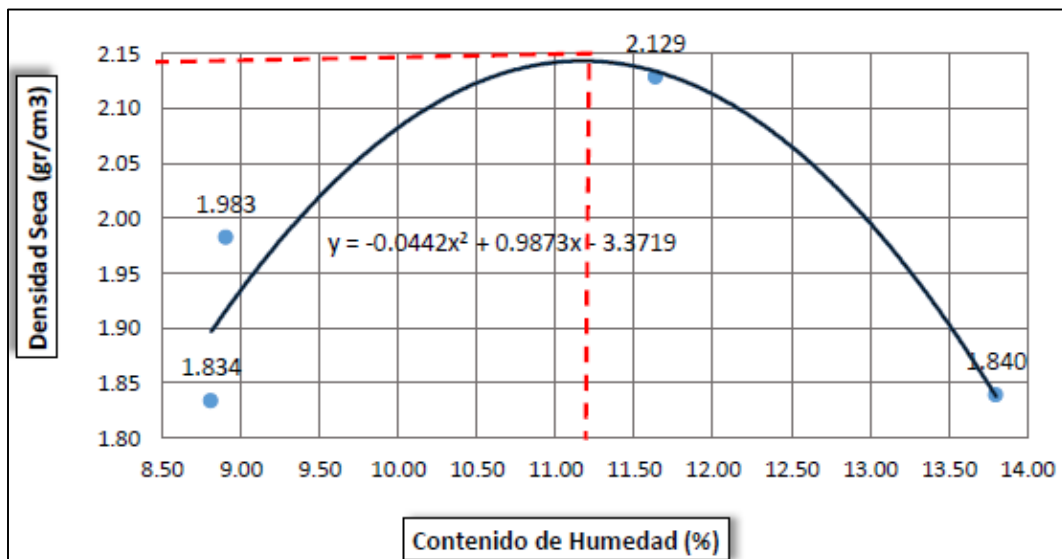
Mediante este ensayo determinaremos la humedad optimas y la densidad máxima seca de cada calicata (muestra):

**Tabla 10: Resultados de Proctor Modificado**

<b>proctor modificado</b>	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>	<b>C-04</b>
	<b>0.5 kg/m3</b>	<b>1.0 kg/m3</b>	<b>1.5 kg/m3</b>	<b>1.5 kg/m3</b>
<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	15.2	14.88	15.5	14
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA gr/cm3</b>	2.13	2.14	2.15	2.15

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la tabla 10, se determinaron la humedad optima y la densidad máxima seca de cada una de las muestras. Para la C-1 que obtuvo los porcentajes más desfavorable con un 15.20% de humedad y 2.13 gr/cm<sup>3</sup> su densidad seca, la C-2, 14.88% de humedad y 2.14 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca, para la C-3 un 15.50% de humedad y 2.15 gr/cm<sup>3</sup> densidad seca, y por ultimo para la C-4 un 14.00% de humedad con 2.15 gr/cm<sup>3</sup> de densidad seca.



**Figura 9: Curva de Humedad Optima Y densidad Máxima Seca de C-1**

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la figura 9, se aprecia la relación del contenido de humedad y la densidad seca de la C-01, que es de 15.20% de humedad y 2.13 gr/cm<sup>3</sup> d.m.s.

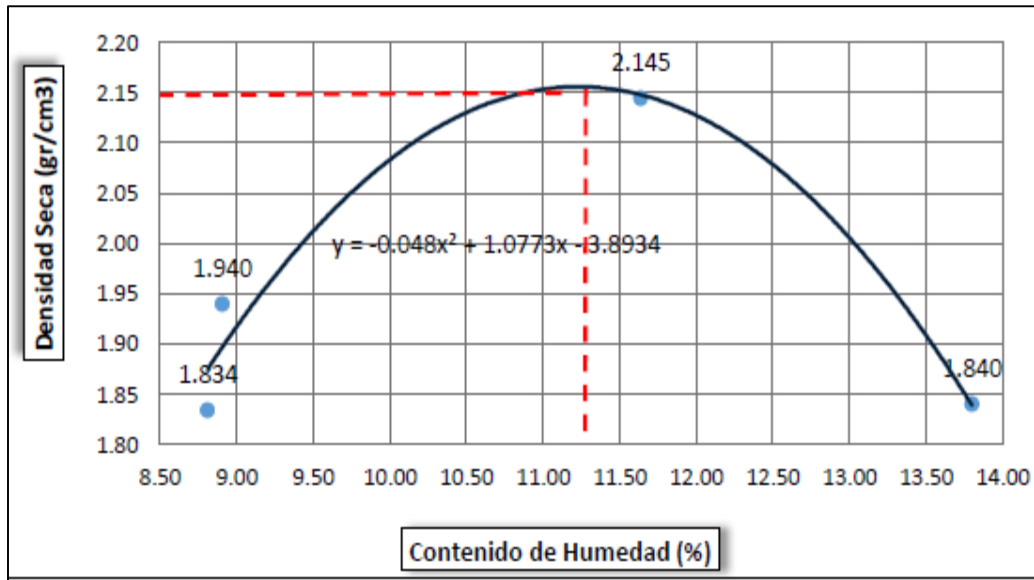


Figura 10: Curva de Humedad Óptima Y densidad Máxima Seca de C-2  
 Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la figura 10, se aprecia la relación del contenido de humedad y la densidad seca de la C-02, que es de 14.88% de humedad y 2.14 gr/cm<sup>3</sup> d.m.s.

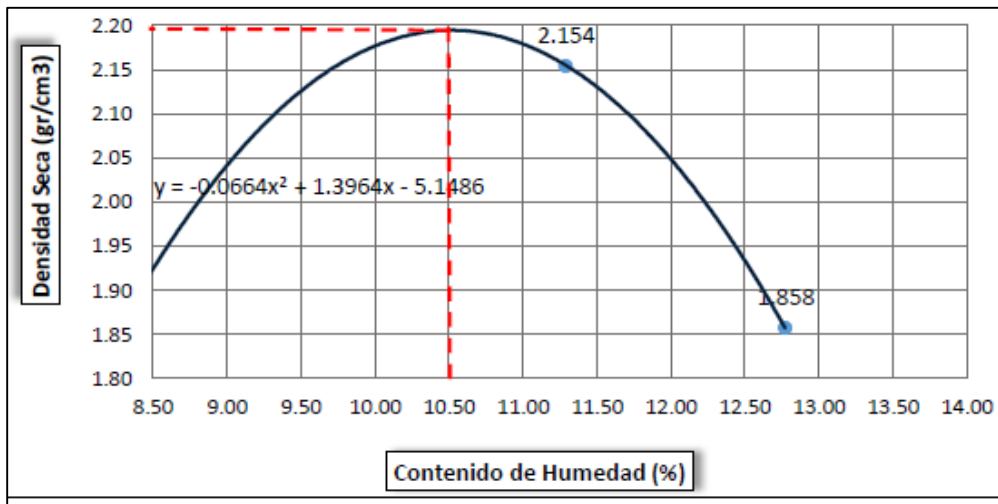


Figura 11: Curva de Humedad Óptima Y densidad Máxima Seca de C-3  
 Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la figura 11, se aprecia la relación del contenido de humedad y la densidad seca de la C-03, que es de 15.50% de humedad y 2.15 gr/cm<sup>3</sup> d.m.s.

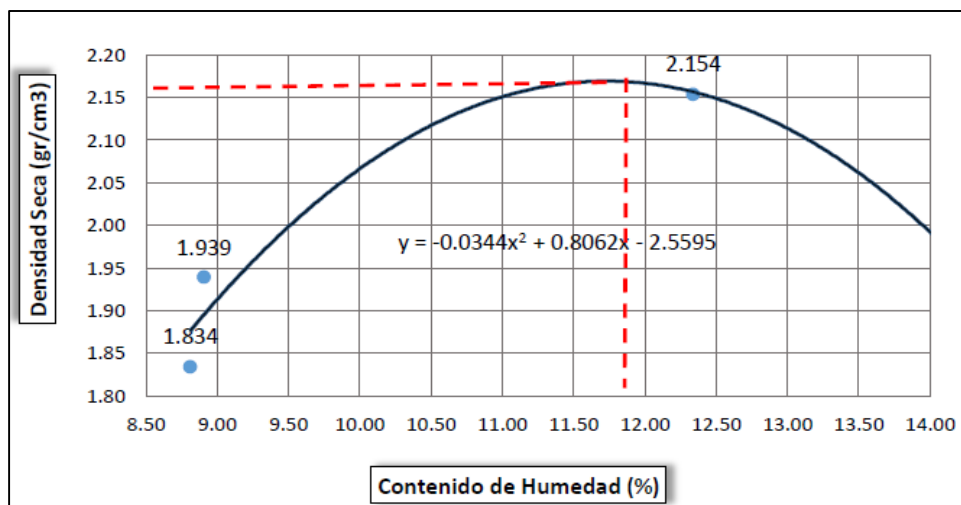


Figura 12: Curva de Humedad Óptima Y densidad Máxima Seca de C-4  
Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la figura 12, se aprecia la relación del contenido de humedad y la densidad seca de la C-04, que es de 14.00% de humedad y 2.15 gr/cm<sup>3</sup> d.m.s.

- **Ensayo de CBR**

Mediante del ensayo del CBR, se determinará el desplazamiento de soporte de las 4 muestras extraídas, mediante los moldes con energías de compactación a 56,25 y 12 golpes.

Tabla 11: Resultados de CBR

CALICATA	PROGRESIVA	PENETRACION	CBR 100 %	PENETRACION	CBR 95%
		100% M.D.S (56golpes)		95% M.D.S (56golpes)	
C-1	4+000	2.14	24.97%	2.03	21.07%
C-2	4+500	2.14	12.66%	2.04	21.72%
C-3	5+000	2.15	25.48%	2.05	23.18%
C-4	5+500	2.15	24.66%	2.05	23.20%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 11, resumen de la capacidad de soporte, donde se observa el CBR al 95% de la máxima densidad seca son: 2.03%,2.04%,2.05% y 2.05% para las respectivas

calicatas C-01,02,03 y 04; valores que varía, enfocase en la c-01 que obtuvo un 21.07% de CBR, valor que opta su clasificación de categoría regular (S<sub>3</sub>).

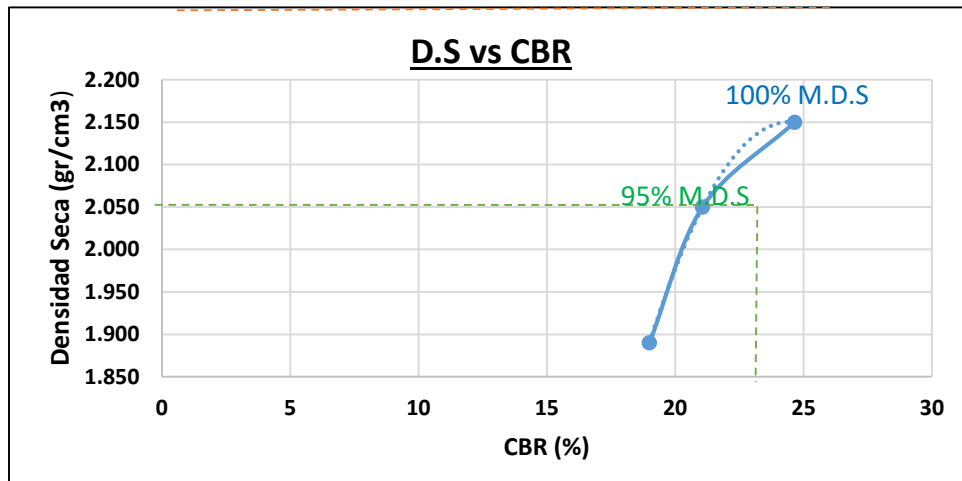


Figura 13: Densidad seca vs CBR%); C-01

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la gráfica 13, se aprecia la variación de porcentaje del CBR al 95% y respecto D.M.S, para la C-01, obtuvo 21.07% CBR, con una densidad seca de 2.03grcm<sup>3</sup>.

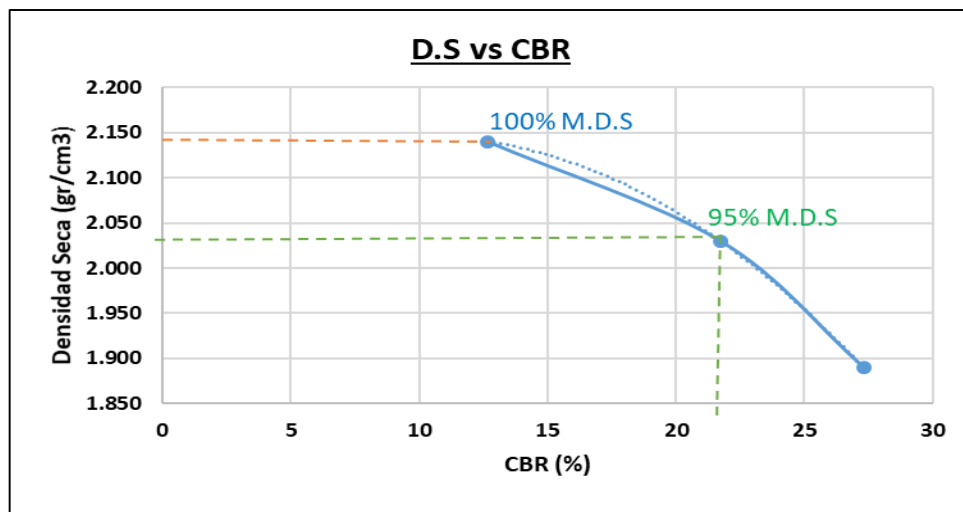


Figura 14: Densidad seca vs CBR%); C-02

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la gráfica 14, se aprecia la variación de porcentaje del CBR respecto D.M.S, para la C-02, obtuvo 21.72% CBR, con una densidad seca de 2.04grcm<sup>3</sup>

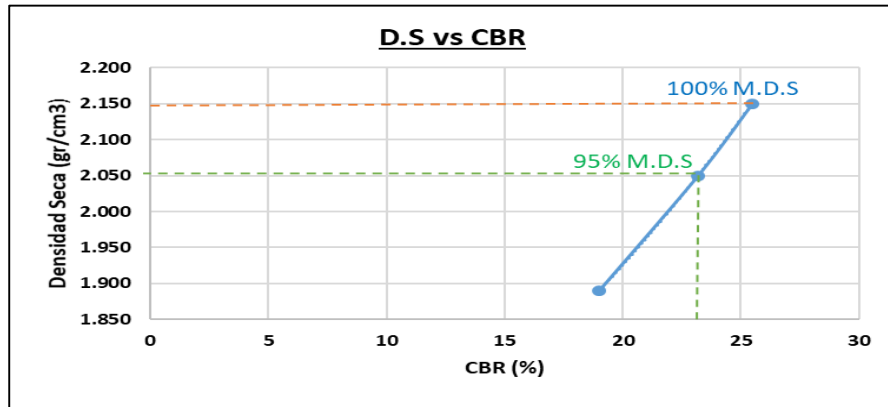


Figura 15: Densidad seca vs CBR%); C-03

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la gráfica 15, se aprecia la variación de porcentaje del CBR respecto D.M.S, para la C-03, obtuvo 23.18% CBR, con una densidad seca de 2.05grcm3.

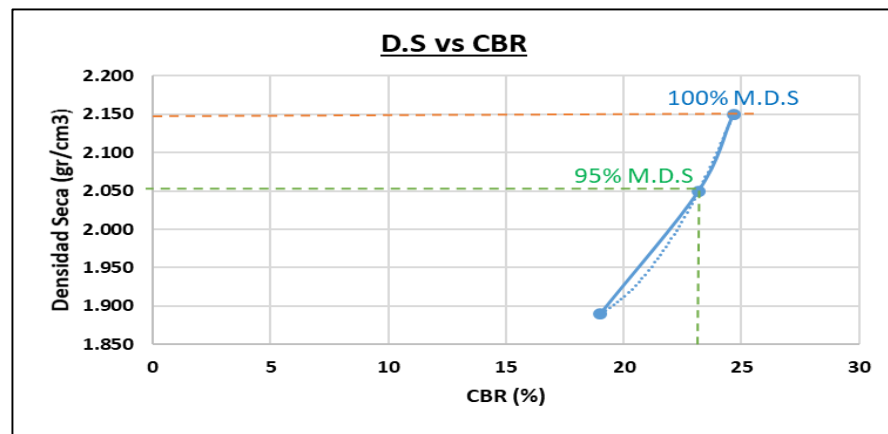


Figura 16: Densidad seca vs CBR%); C-04

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la gráfica 16, se aprecia la variación de porcentaje del CBR respecto D.M.S, para la C-04, obtuvo 23.20% CBR, con una densidad seca de 2.05grcm3.

### Estabilizadores del suelo

Para obtener las moléculas de Organosilano se compró el aditivo Terrasil en la Av. Parque de las leyendas N° 210 Of. 802 - Torre A San Miguel - Lima Perú con un costo de 63 soles por litro. Para la obtención de las moléculas de elastómero se realizó una recolección de llantas haciendo un procedimiento de lavado y secado al aire libre.



Una vez adquirido las moléculas de Organosilano se prosiguió a mezclar con la muestra patrón en diferentes porcentajes y luego de obtener las moléculas de elastómero se realizó un ensayo de granulometría por tamizado, este tuvo que el 95% de los elementos pasaban por la malla N°4. Obteniendo granos de caucho con un diámetro de 4.75mm.

**Propiedades-Mecánicas de la C-01 con la adicción de 0.5 kg/m<sup>3</sup>,1.0 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup> del aditivo Terrasil:**

- **Proctor Modificado**

*Tabla 12: Resultados de Proctor Modificado con Terrasil*

<i>Terrasil</i>	<i>C-01</i>	<i>C-01</i>	<i>C-01</i>
	<i>0.5 kg/m<sup>3</sup></i>	<i>1.0 kg/m<sup>3</sup></i>	<i>1.5 kg/m<sup>3</sup></i>
<i>HUMEDAD OPTIMA (%)</i>	<i>14.7</i>	<i>12.3</i>	<i>10.2</i>
<i>MAXIMA DENSIDAD SECA gr/cm<sup>3</sup></i>	<i>2.23</i>	<i>2.45</i>	<i>2.65</i>

*Fuente: Elaboración Propia,2020*

**Interpretación:** En la tabla 12; se aprecia los resultados del Proctor modificado con la adicción de Terrasil con la adición del 0.5 Kg/m<sup>3</sup> tuvo un 14.7% de humedad optima y una máxima densidad seca de 2.23 gr/cm<sup>3</sup>, con la adicción de 1.0 Kg/m<sup>3</sup> tuvo un 12.3% de humedad optima y una máxima densidad seca de 2.45grcm<sup>3</sup> y por ultimo con la adicción de 1.50 Kg/m<sup>3</sup> de obtuvo el 10.2% de humedad optima y una máxima densidad seca de 2.65gr/cm<sup>3</sup>.

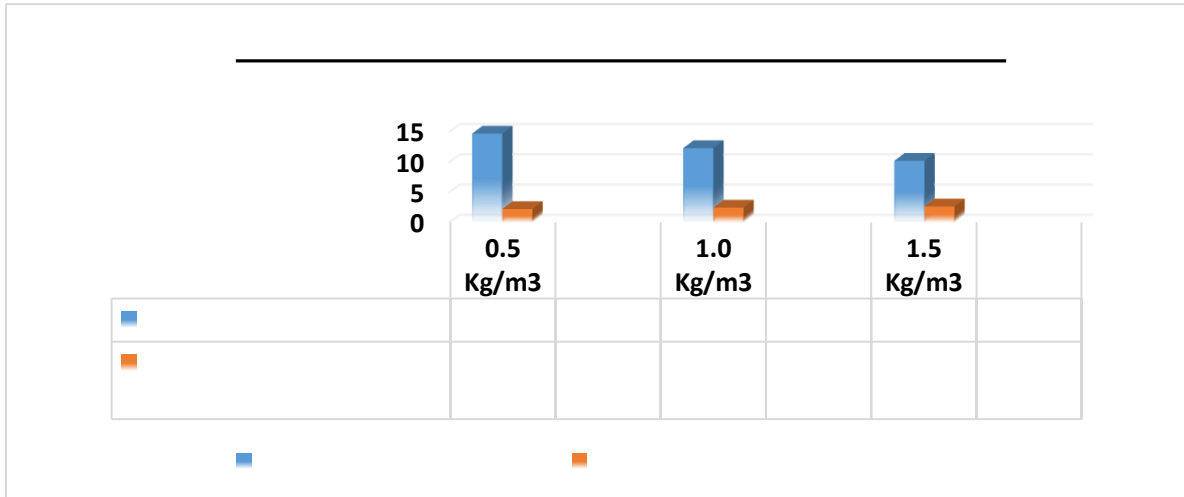


Figura 17: Resultados de Proctor Modificado con Terrasil

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 17, se aprecia para la incorporación del 0.5 Kg/m<sup>3</sup> de Terrasil, disminuye su humedad optima a un 12.3% de obteniendo un 2.23gr/cm<sup>3</sup> y una máxima densidad seca de 2.23gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación del 1.0 Kg/m<sup>3</sup> disminuyo un 2.90% de humedad optima obteniendo un 10.2% y una máxima densidad seca de 2.45 gr/cm<sup>3</sup> y con la adicción del 1.5 Kg/m<sup>3</sup> disminuye un 5% de humedad optima obteniendo un 9.5% y una máxima densidad seca de 2.65 /cm<sup>3</sup>.

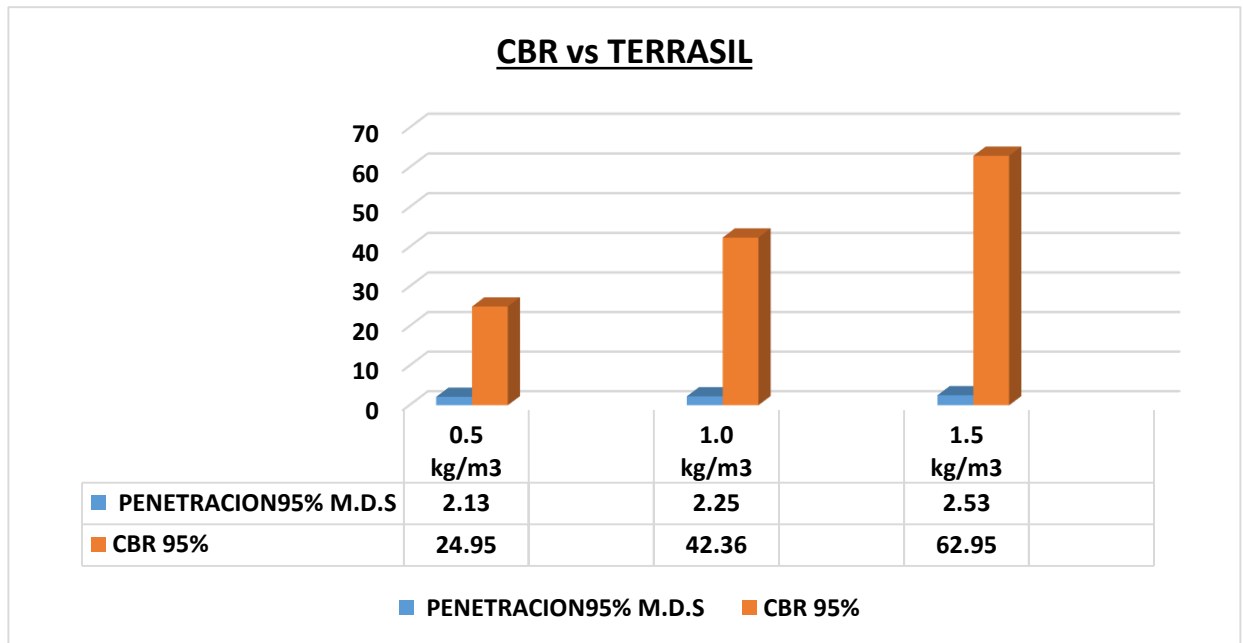
- **CBR**

Tabla 13: Resultados de CBR con Terrasil

Terrasil	C-01	C-01	C-01
	0.5kg/m <sup>3</sup>	1.0kg/m <sup>3</sup>	1.5 kg/m <sup>3</sup>
<b>PENETRACION 95% M.D.S</b>	2.13	2.25	2.53
<b>CBR 95%</b>	24.95	42.36	62.95
<b>PENETRACION 100% M.D.S</b>	2.23	2.45	2.65
<b>CBR 100 %</b>	24.97	45.68	65.87

Fuente: Elaboración Propia,2020

**Interpretación:** En la tabla 13 se aprecia los resultados de CBR al 95% con la adición del aditivo Terrasil del 0.5 kg/m<sup>3</sup> tuvo un 24.95% de CBR, con una máxima densidad seca de 2.13 gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación del 1.0 kg/m<sup>3</sup> de Terrasil arrojó un 42.36% de CBR, con una máxima densidad seca de 2.25gr/cm<sup>3</sup> y por último con la incorporación del 1.5 kg/m<sup>3</sup> se obtuvo un 62.95% de CBR con una máxima densidad seca de 2.53gr/cm<sup>3</sup>.



*Figura 18:* Resultados de CBR con Terrasil

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la figura 18, se aprecia los resultados del CBR con Terrasil; con la adición del 0.5 Kg/m<sup>3</sup> de Terrasil tuvo un incremento de su capacidad portante del 3.88% de su CBR, obteniendo un CBR de 24.95% con una máxima densidad seca de 2.13 gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación del 1.0 Kg/m<sup>3</sup> tuvo un aumento del 21.29% del CBR, obteniendo un 42.36% con un máxima densidad seca de 2.25 gr/cm<sup>3</sup>, y por último con la incorporación del 1.5 Kg/m<sup>3</sup> incremento su capacidad portante un 41.88% del CBR obteniendo un 62.95% con una máxima densidad seca de 2.53 gr/cm<sup>3</sup>.

**Propiedades-Mecánicas de la C-01 con la adicción de 5.0%,10% y 15% de Caucho reciclado:**

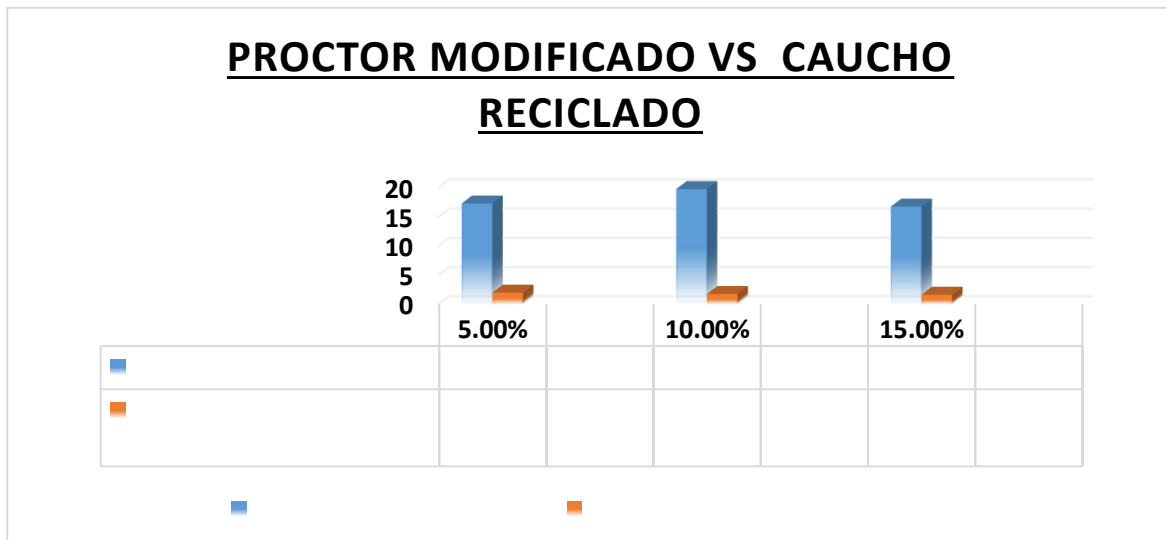
- **Proctor Modificado**

**Tabla 14:** Resultados de Proctor Modificado con Caucho reciclado

caucho reciclado	C-01 5.00%	C-01 10.00%	C-01 15.00%
<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	17.23	19.7	16.7
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA gr/cm<sup>3</sup></b>	1.989	1.76	1.64

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la tabla 14; se aprecia los resultados del Proctor modificado con la adición de Caucho reciclado; incorporando un 5.0% de caucho tuvo un 17.23% de humedad optima con una máxima densidad seca de 1.989 gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación del 10.0% del caucho tuvo un 19.7% de humedad optima con una máxima densidad seca de 1.76 gr/cm<sup>3</sup> y por ultimo con la adicción del 15.0% de caucho obtuvo un 16.7% de humedad optima con una máxima densidad seca de 1.64 gr/cm<sup>3</sup>.



**Figura 19:** Resultados de Proctor Modificado con Caucho reciclado

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En el figura 19, se aprecia para la incorporación del 5% de caucho, aumento su humedad optima un 2.03% obteniendo un valor de 17.23% de humedad y con una máxima densidad seca de 1.989 gr/cm<sup>3</sup>, con incorporación del 10% de caucho aumento su humedad optima un 4.50% obteniendo un valor de 19.70% de humedad y con una máxima densidad seca de 1.76gr/cm<sup>3</sup>, por ultimo con la adicción del 15% de caucho aumento su humedad optima un 1.50% obteniendo un valor de 16.70% de humedad con una máxima densidad seca de 1.64gr/cm<sup>3</sup>.

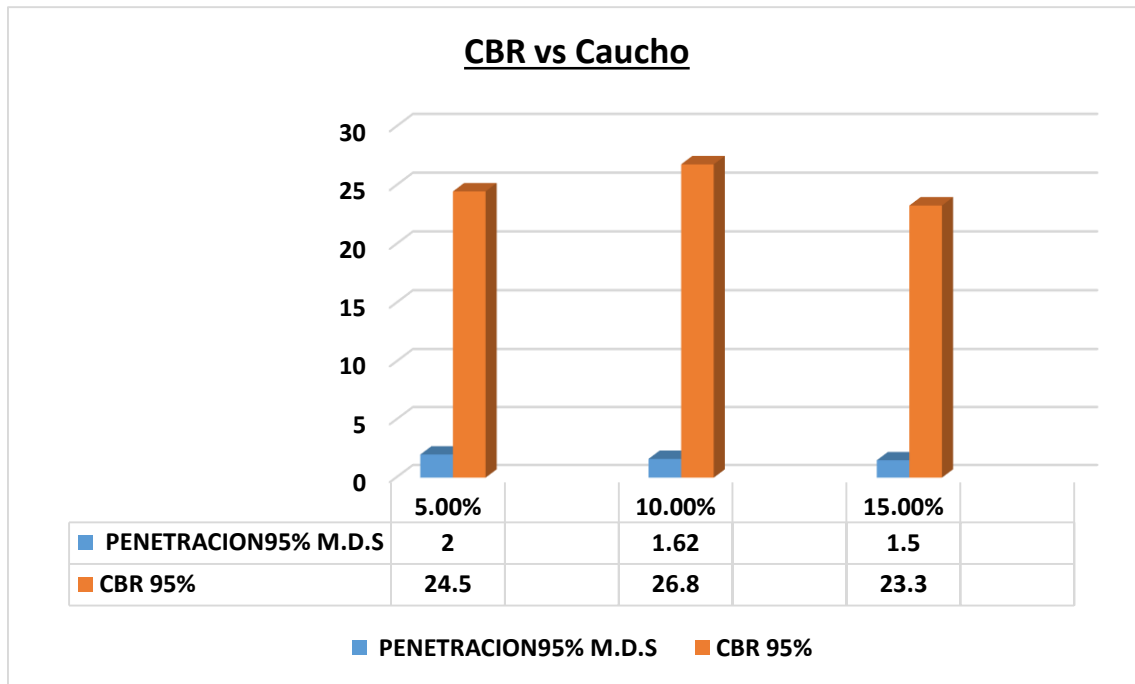
- **CBR**

**Tabla 15:** Resultados de CBR con Caucho reciclado

<i>caucho reciclado</i>	C-01	C-01	C-01
	<b>5.00%</b>	<b>10.00%</b>	<b>15.00%</b>
<b>PENETRACION 95%</b> <b>M.D.S</b>	2	1.62	1.5
<b>CBR 95%</b>	24.5	26.8	23.3
<b>PENETRACION 100%</b> <b>M.D.S</b>	2	2.14	2.15
<b>CBR 100 %</b>	25.09	28.87	25.09

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la tabla 15 se aprecia los resultados de CBR al 95 % con la adicción de caucho reciclado; con la adición del 5 % caucho tuvo un 24.50 % de CBR con una máxima densidad seca de 2 gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación del 10 % de caucho arrojó un 26.80 % de CBR con una máxima densidad seca de 1.62 gr/cm<sup>3</sup> y por ultimo con la incorporación del 15 % de caucho obtuvo un 23.30 % de CBR con una máxima densidad seca de 1.50 gr/cm<sup>3</sup>.



*Figura 20: Resultados de CBR con Caucho reciclado*

Fuente: Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

En la figura 20, se aprecia los resultados del CBR con la adición de caucho con la adición del 5% de caucho tuvo un incremento de su capacidad portante del 3.43% de su CBR, obteniendo un 24.50% con una máxima densidad seca de 2 gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación del 10% de caucho tuvo un aumento del 5.73 % del CBR, obteniendo un 26.8% con una máxima densidad seca de 1.62 gr/cm<sup>3</sup>, y por ultimo con la incorporación del 15% de caucho incremento su capacidad portante un 2.23% del CBR obteniendo un 23.3 % con una máxima densidad seca de 1.50 gr/cm<sup>3</sup>.

## V. DISCUSIONES

### 5.1 Evaluación de la influencia del aditivo Terrasil en el Proctor Modificado de la subrasante

**Resultados:** Al adicionar el aditivo Terrasil a un suelo arcillo en dosificaciones de 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup>, se logra aumentar su máxima densidad seca en 2.23 gr/cm<sup>3</sup>, 2.45 gr/cm<sup>3</sup> y 2.65 gr/cm<sup>3</sup> a la vez disminuye su contenido de humedad en 14.7%, 12.3%, y 10.2% con los tres valores de los porcentajes planteados.

**Antecedente:** Martínez (2019), en su indagación utilizó el aditivo Terrasil en diferentes dosificaciones conformado por 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1.0 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup>, de manera directa al firme arcilloso, obteniendo variaciones en sus resultados en el ensayo de Proctor Modificado, porque aumenta la máxima densidad seca y disminuye su contenido de humedad incorporando porcentaje a la calicata más baja.

**La Hipótesis:** Las características técnicas de las moléculas de Organosilano disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019. Por medio de los ensayos del Proctor Modificado el cual se añadió en diferentes dosificaciones del aditivo Terrasil al terreno natural, aumentando su máxima densidad seca y disminuyendo el contenido de humedad en la subrasante.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye las características técnicas de las moléculas de Organosilano en el Proctor Modificado de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019? En base a los resultados obtenidos mediante las 4 calicatas extraído del terreno, se pudo realizar los ensayos a un terreno arcilloso hallando la calicata más crítica con una humedad óptima del 15.20% y una máxima densidad seca de 2.13 gr/cm<sup>3</sup>, a la cual se fue incorporando el Terrasil en diferentes dosificaciones, con 0.5 Kg/m<sup>3</sup>, disminuye su humedad óptima a un 14.7% y una máxima densidad seca de 2.23 gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación de 1.0 Kg/m<sup>3</sup> disminuye un 2.9% de humedad óptima obteniendo un 12.3% y una máxima densidad seca de 2.45 gr/cm<sup>3</sup> y con la adición del 1.5 Kg/m<sup>3</sup> disminuye un 5% de humedad óptima obteniendo un 10.2% y una máxima densidad seca de 2.65 /cm<sup>3</sup>.

## **5.2 Influencia del aditivo Terrasil en el CBR de la subrasante**

**Resultados:** Al adicionar el aditivo Terrasil a un suelo arcillo en dosificaciones de 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1 kg/m<sup>3</sup> y 1.5 kg/m<sup>3</sup>, se logra aumentar su CBR en 24.95%, 42.36% y 62.95% a la vez aumenta su máxima densidad seca en 2.13 gr/cm<sup>3</sup>, 2.25 gr/cm<sup>3</sup> y 2.53 gr/cm<sup>3</sup>. con los tres valores de los porcentajes planteados.

**Antecedente:** Pardo (2017), en su indagación utilizó el aditivo Terrasil en diferentes dosificaciones conformado por 0.3 kg/m<sup>3</sup>, 0.5 kg/m<sup>3</sup>, 1.0 kg/m<sup>3</sup> y 2.0 kg/m<sup>3</sup>, de manera directa al firme arcilloso, obteniendo variaciones de aumento en sus resultados en cuanto a la capacidad de soporte, porque aumento su CBR adicionando su porcentaje a la calicata más baja de tal modo aumento su máxima densidad seca y su capacidad de soporte vario de manera constante, en relación a la muestra patrón.

**La Hipótesis:** El CBR se incrementa al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Organosilano en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019. Por medio de los ensayos del CBR el cual se añadió en diferentes dosificaciones del aditivo Terrasil en el terreno natural, aumentando su capacidad de soporte en la subrasante.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye en el CBR al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Organosilano en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019? En base a los resultados obtenidos mediante las 4 calicatas extraído del terreno, se pudo realizar los ensayos a un terreno arcilloso hallando la calicata más crítica con un CBR del 21.07% y una máxima densidad seca de 2.03 gr/cm<sup>3</sup>, a la cual se fue incorporando el Terrasil en diferentes dosificaciones, con 0.5 Kg/m<sup>3</sup> de Terrasil tuvo un incremento de su capacidad portante del 3.88% de su CBR, obteniendo un CBR de 24.95% con una máxima densidad seca de 2.13 gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación del 1.0 Kg/m<sup>3</sup> tuvo un aumento del 21.29% del CBR, obteniendo un 42.36% con una máxima densidad seca de 2.25 gr/cm<sup>3</sup>, y por último con la incorporación del 1.5 Kg/m<sup>3</sup> incremento su capacidad portante un 41.88% del CBR obteniendo un 62.95% con una máxima densidad seca de 2.53 gr/cm<sup>3</sup>.



### **5.3 Influencia del caucho reciclado en el Proctor Modificado de la subrasante**

**Resultados:** Al adicionar el caucho reciclado a un suelo arcilloso en porcentaje de 5%, 10% y 15%, se logra disminuir su máxima densidad seca en 1.989 gr/cm<sup>3</sup>, 1.760 gr/cm<sup>3</sup> y 1.640 gr/cm<sup>3</sup> y aumenta su contenido de humedad en 17.23%, 19.70% y 16.70% con los tres valores de los porcentajes planteados.

**Antecedente:** Patiño (2017), en su indagación utilizó el caucho reciclado en diferentes porcentajes conformado por 5%, 10% y 15%, de manera directa al firme arcilloso, obteniendo variaciones en sus resultados en cuanto al Proctor modificado, porque aumentó su máxima densidad seca y disminuyó su contenido de humedad adicionando su porcentaje a la calicata más baja de tal modo su máxima densidad seca y su contenido de humedad varió de manera decreciente, en relación a la muestra patrón.

**La Hipótesis:** La propiedad física de las moléculas de elastómero disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019. Por medio de los ensayos del Proctor Modificado el cual se añadió en diferentes porcentajes de caucho reciclado en el terreno natural, aumentando su máxima densidad seca y disminuyendo su contenido de humedad en la subrasante.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye las propiedades físicas de las moléculas de Elastómero en el Proctor Modificado de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019? En base a los resultados obtenidos mediante las 4 calicatas extraídas del terreno, se pudo realizar los ensayos a un terreno arcilloso hallando la calicata más crítica con una humedad óptima del 15.20% y una máxima densidad seca de 2.13 gr/cm<sup>3</sup>, a la cual se fue incorporando el caucho en diferentes porcentajes, con 5% de caucho, aumentó su humedad óptima un 2.03% obteniendo un valor de 17.23% de humedad y con una máxima densidad seca de 1.989 gr/cm<sup>3</sup>, con incorporación del 10% de caucho aumentó su humedad óptima un 4.50% obteniendo un valor de 19.70% de humedad y con una máxima densidad seca de 1.76 gr/cm<sup>3</sup>, por último con la adición del 15% de caucho aumentó su humedad óptima un 1.50% obteniendo un valor de 16.70% de humedad con una máxima densidad seca de 1.64 gr/cm<sup>3</sup>.

#### **5.4 Influencia del caucho reciclado en el CBR de la subrasante**

**Resultados:** Al adicionar el caucho reciclado a un suelo arcilloso en porcentaje de 5%, 10% y 15%, se logra aumentar su CBR en 24.50%, 26.80% y 23.30% a la vez disminuye su máxima densidad seca en 2 gr/cm<sup>3</sup>, 1.62 gr/cm<sup>3</sup> y 1.5 gr/cm<sup>3</sup> con los tres valores de los porcentajes planteados.

**Antecedente:** Ayala (2017), en su indagación utilizó el caucho reciclado en diferentes porcentajes conformado por 5%, 7.5%, 10% y 15%, de manera directa al firme arcilloso, obteniendo variaciones de aumento en sus resultados en cuanto a la capacidad de soporte, porque aumentó su CBR adicionando su porcentaje a la calicata más baja de tal modo que su máxima densidad seca varió de manera decreciente, en relación a la muestra patrón.

**La Hipótesis:** El CBR se incrementa al utilizar el porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019. Por medio de los ensayos del CBR el cual se añadió en diferentes porcentajes de caucho reciclado en el terreno natural, aumentó su capacidad de soporte en la subrasante.

**Pregunta:** ¿Cuánto influye en el CBR al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019? En base a los resultados obtenidos mediante las 4 calicatas extraídas del terreno, se pudo realizar los ensayos a un terreno arcilloso hallando la calicata más crítica con un CBR del 21.07% y una máxima densidad seca de 2.03 gr/cm<sup>3</sup>, a la cual se fue incorporando el caucho en diferentes porcentajes, con 5% de caucho tuvo un incremento de su capacidad portante del 3.43% de su CBR, obteniendo un 24.50% con una máxima densidad seca de 2 gr/cm<sup>3</sup>, con la incorporación del 10% de caucho tuvo un aumento del 5.73 % del CBR, obteniendo un 26.8% con una máxima densidad seca de 1.62 gr/cm<sup>3</sup>, y por último con la incorporación del 15% de caucho incrementó su capacidad portante un 2.23% del CBR obteniendo un 23.3 % con una máxima densidad seca de 1.50 gr/cm<sup>3</sup>.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Objetivo General**

Evaluar las moléculas de Organosilano y Elastómero aplicado a la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.

Se evaluó que, la estabilización de la subrasante con las moléculas de Organosilano y Elastómero, si mejoran en sus características del terreno de fundación encontrado en la carretera Chota-Chongoyape, examinando su evaluación en sus parámetros físicos-mecánicos proporcionalmente según la adicción y la compactación del firme; al incrementar su capacidad portante y la disminuyendo su contenido de humedad.

### **Proctor Modificado**

#### **Moléculas de Organosilano = Terrasil**

M. patrón = 15.20% 0.5 kg/m<sup>3</sup> =14.70%, 1.0 kg/m<sup>3</sup> = 12.30%, 1.5 kg/m<sup>3</sup> = 10.2% y así mismo aumenta M.D.S en 2.23 gr/cm<sup>3</sup>, 2.45gr/cm<sup>3</sup> y 2.65gr/cm<sup>3</sup>

#### **Moléculas de Elastómero = Caucho reciclado**

M. patrón = 15.20% 5%=17.23%, 10%=19.70%, 15%=16.7% y así mismo aumenta M.D.S 1.989 gr/cm<sup>3</sup>, 1.76gr/cm<sup>3</sup> y 1.64gr/cm<sup>3</sup>

### **CBR**

#### **Moléculas de Organosilano = Terrasil**

M. patrón = 21.07% 0.5 kg/m<sup>3</sup> =24.95%, 1.0 kg/m<sup>3</sup> = 42.36%, 1.5 kg/m<sup>3</sup> = 62.95% y así mismo aumenta M.D.S en 2.13 gr/cm<sup>3</sup>, 2.25gr/cm<sup>3</sup> y 2.53gr/cm<sup>3</sup>

#### **Moléculas de Elastómero = Caucho reciclado**

M. patrón = 21.07% 5%=24.50%, 10%=26.80%, 1.5%= 23.30% y así mismo aumenta M.D.S en 2.0gr/cm<sup>3</sup>, 1.62gr/cm<sup>3</sup> y 1.50gr/cm<sup>3</sup>.

**Objetivo Especifico 1:** Se determinó la influencia de las características técnicas de las moléculas de Organosilano en el contenido de humedad de la subrasante, así mismo influyo de manera eficaz y dependencia de los porcentajes en su adicción en el ensayo de Proctor modificado, ya que obtuvo un valor de reducción de humedad en 0.5% al emplearse un 0.5 kg/m<sup>3</sup> de Terrasil y un 2.90% al emplearse un 1.0kg/m<sup>3</sup> y por ultimo un 5% al emplearse un 1.5kg/cm<sup>3</sup>.se puede concluir que efectivamente la adición de los porcentajes del aditivo Terrasil reducen el contenido de humedad del suelo, e incrementa su máxima densidad seca, en lo cual queda comprobado.

**Objetivo Especifico 2:** se determinó la influencia de la dosificación de las moléculas de Organosilano en el mejoramiento del CBR de la subrasante, de tal modo influyeron de manera eficaz y dependencia de los porcentajes a su adicción en el ensayo mecánico (CBR), ya que obtuvo un valor de crecimiento en su capacidad de soporte en 3.43% al emplearse un 5% de caucho reciclado, un 5.73% al emplearse un 10% y por ultimo un 2.23% al emplearse un 15%. se puede concluir que efectivamente la adición de los porcentajes de caucho reciclado mejora remotamente del CBR, lo cual queda comprobado

**Objetivo Especifico 3:** se determinó la influencia de las propiedades físicas de las moléculas de Elastómero el contenido de humedad de la subrasante, de tal modo no influye de manera favorable en dependencia del porcentaje de su incorporación en el ensayo Proctor modificado, ya que obtiene valores de incrementación de humedad en 17.23% al adicionarse un 5% de caucho reciclado y un 19.70% al emplearse un 10% y por ultimo un 16.7% al emplearse un 15%. Se puede concluir que no es efectivo la adición de las proporciones del caucho en la reducción del contenido de humedad del firme, queda comprobado.

**Objetivo Especifico 4:** se determinó la influencia del porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en el mejoramiento del CBR de la subrasante, de la misma manera influyo de manera remota y dependencia de los porcentajes en su aplicación del ensayo CBR, obteniendo valor de aumento en su capacidad de soporte en 1.93% empleándose un 5% de caucho reciclado, un 4.5% al emplearse un 10%, y por ultimo un 1.5% al emplearse un 15%, se puede concluir que efectivamente las proporciones de caucho reciclado mejora un CBR, queda comprobado.

## VII. RECOMENDACIONES

### **Proctor Modificado = Moléculas de Organosilano= Terrasil**

M. patrón = 15.20% 0.5 kg/m<sup>3</sup> =14.70%, 1.0 kg/m<sup>3</sup> = 12.30%, 1.5 kg/m<sup>3</sup> = 10.2%

**Objetivo Especifico 1:** En la presenta indagación al seleccionar las proporciones del aditivo Terrasil que van de 0.5kg/m<sup>3</sup> hasta 1.5kg/m<sup>3</sup>, en todo ellos se logró disminuir su valor de humedad respecto a la muestra patrón; para continuar con la investigación se recomienda utilizar proporciones mayores de 2kg/m<sup>3</sup> del aditivo Terrasil, hasta obtener la curva óptimo de humedad vs densidad seca.

### **CBR= Moléculas de Organosilano= Terrasil**

M. patrón = 21.07% 0.5 kg/m<sup>3</sup> =24.95%, 1.0 kg/m<sup>3</sup> = 42.36%, 1.5 kg/m<sup>3</sup> = 62.95%

**Objetivo Especifico 2:** En la presente investigación para el mejoramiento de un terreno derivado de arcilla, mediante la elección de las proporciones del aditivo Terrasil conformado por moléculas de Organosilano en el rango de 0.5kg/m<sup>3</sup> hasta 1.5kg/m<sup>3</sup>, demostrando el valor de aumento del CBR de la muestra original; para continuar con la investigación se recomienda incrementar su dosificación mayor a 2kg/m<sup>3</sup> del aditivo, hasta conseguir la curva optima del CBR.

### **Proctor Modificado = Moléculas de Elastómero= caucho reciclado**

M. patrón = 15.20% 5%=17.23%, 10%=19.70%, 15%=16.7%

**Objetivo Especifico 3:** En la presenta indagación al seleccionar los porcentajes del caucho reciclado (M.E), dentro del rango de 5% hasta un 15%, en todo ellos nose logró obtener la disminución respecto al valor de humedad de la muestra patrón; para continuar con la investigación se recomienda utilizar proporciones menores de 15% del caucho reciclado, obteniendo la curva óptima de humedad vs densidad seca es del 10% de su adicción.

### **CBR= Moléculas de Elastómero = Caucho reciclado**

M. patrón = 21.07% 5%=24.50%, 10%=26.80%, 15%= 23.30%

**Objetivo Especifico 4:** En la presente investigación para establecer un suelo derivado de arcilla, mediante la selección de porcentajes del caucho reciclado, en rango de 5% hasta un 15%, consiguiendo aumentar su valor de la capacidad de soporte comparados con la muestra patrón; para continuar con la investigación se recomienda

tener en cuenta su dosificación óptima que es del 10% y trabajar con porcentajes menores del 15%.

Por medio de la relación; capacidad de soporte (cbr) vs contenido de humedad (Proctor modificado), comparando ambos materiales; Terrasil y caucho, y para continuar con el estudio es recomendable el uso y aplicación del aditivo Terrasil para estabilizar una subrasante arcillo, limoso y arenas, porque ayuda en su resistencia e impermeabiliza. Con la inclusión del aditivo Terrasil, se logrará la disminución de cantidad de material pétreo, reduciendo así espesores en un diseño de pavimento, y así la disminución de costos, ya que mejora su nivel de resistencia del suelo.

## REFERENCIAS

1. ADAMS, MICHAEL ; NICKS, JENNIFER ; STABILE, TOM ; SCHLATTER, WARREN ; Hartmann, Joseph.(2012). *Reinforced Soil Integrated Bridge System, Interim Implementation Guide*. [en línea], [consultado.10-10-19]. Disponible. En: <https://bookss.google.com.pe/books?id=SotzEaOzv1YC&=PA8&q=Design+an>
2. MUNICIPALIDAD DE CHONGOYAPE. *Ampliación y mejoramiento del servicio de comercialización del mercado minorista del Distrito de Chongoyape – Chiclayo – Lambayeque*. [en línea] 2016. [consultado el 31 de septiembre del 2019]. ISBN:9789587713466.
3. KERLINGER, V. *Criterios para el planteamiento del problema*. [en línea].2015. [consultado el 1 de octubre del 2019]. ISSN: 1727-9933. Disponible en: [https://www.academia.edu/6753714/Investigacion\\_Del\\_Comportamiento\\_Kerlinger\\_Fred\\_N\\_PDF](https://www.academia.edu/6753714/Investigacion_Del_Comportamiento_Kerlinger_Fred_N_PDF)
4. RODRÍGUEZ Y VALLDEORIOLA. *Metodología de la Investigación*. México: Red Tercer Milenio. [en línea] 2016. [consultado: 20 de septiembre 2020].5pp. ISBN: 9781456223960
5. BERNAL, Héctor. *Metodología de la investigación: propuesta anteproyecto y proyecto*. [en línea]. 5 ed. Bogotá: Eco Ediciones,2016 [Consultado el 08 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/jspui/bitstream/123456789/3244/1/METODOLOGIA%20DE%20OLA%20INVESTIGACION%20PROPUESTA%20ANTEPROYECTO%20Y%20PROYECTO.pdf> ISBN:9789587713466
6. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado., & Baptista-Lucio. *Metodología de la investigación*. [en línea].2016. 6ta. ed. México, D.F. ED.MC. Graw Hill. [Consultado el 08 de octubre de 2019]. ISBN: 966458408924. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/10/2008/htm>
7. Ñaupas, Mejía, Novoa & Villagómez (2017). *Manual de elaboración de plan de Tesis Universitaria*. [en línea] Mexico.p.165 [Consultado en 02 de octubre de 2019]. ISBN: 924840589466. Disponible

en..[https://www.escuelafolklore.edu.pe/wpcontent/uploads/2018/02/MANUAL\\_EL\\_ABORACION\\_PLAN\\_TESIS\\_UNIVERSITARIA\\_2017.pdf](https://www.escuelafolklore.edu.pe/wpcontent/uploads/2018/02/MANUAL_EL_ABORACION_PLAN_TESIS_UNIVERSITARIA_2017.pdf)

8. Rojas Soriano, R. *Guía para la realizar investigaciones sociales*. [en línea]. 2016. 38th ed. México, D.F. Plaza y Valdés Editores. [Consultado el 08 de octubre de 2019]. Recuperado de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6068-8\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6068-8_2)
9. Carrasco, J. *Antecedentes De La Investigación*. [en línea]. 2019 [consultado el 1 de octubre del 2020]. Pp. 8-10. ISSN: 1727-9933. Disponible en: <https://riofaponencias.files.wordpress.com/2012/04/antecedentes.pdf?fbclid=IwAR1tv-FUYKjn8NbPU4ZJJh6ef7G95cPzGxcRD0QvIBp1rVrKtzhJn7WgoG8>
10. Ortega, K. *Enunciación de objetivos en proyectos de investigación*. [en línea]. 2017. PP. 255. [consultado el 1 de octubre del 2019]. ISSN: 1727-9933
11. SARANGO CUEVA, GLENDA MARIA. *Estabilización de capas granulares para construcción y mantenimiento vial con Organosilanos en la vía colectora E182 (Carchi)*. Tesis profesional de ingeniero civil. [en línea]. Universidad Central Del Ecuador. 2019. [consultado 20 septiembre 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20242>
12. AYALA AVELLAN, GENESIS GABRIELA. *Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros*. Tesis profesional de ingeniero civil. [en línea]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo-Ecuador. 2017. [consultado 20 septiembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/1945>
13. RODRÍGUEZ GONZALES, O. *Análisis Comparativo de la Compactación y Humedad de la Subrasante natural y la Subrasante utilizando productos químicos biodegradables (Terrasil), de la vía ecológica del Cantón Quevedo, provincia de los Ríos*. [en línea]. Universidad técnica de Ambato. 2016. [consultado 20 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23558>
14. MOPOSITA KARIMPOUR, F. *Influence of the inclusion of recycled polymer (rubber) on the mechanical properties of granular soil*. [en línea]. Universidad Técnica del



- Norte de Canadá. 2016. [consultado 20 septiembre 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/257102211\\_Dynamic\\_properties\\_of\\_granular\\_soils\\_mixed\\_with\\_granulated\\_rubber](https://www.researchgate.net/publication/257102211_Dynamic_properties_of_granular_soils_mixed_with_granulated_rubber)
15. PATIÑO SOLIS, K. *soil stabilization through additions of recycled rubber*. [en línea]. 2017. Universidad de Canada. [consultado 20 septiembre 2020]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/154468045.pdf>
  16. Pardo (2017) Evaluation of the potential of lateral floors (gravel) using Terrasil for road infrastructure works in Vichada. [ en línea]. 2017. Universidad de Canada. [consultado 20 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23558/1/Tesis%201031%20-%20Rodr%C3%ADguez%20Vinces%20Diego%20Israel.pdf>
  17. SERRANO RODRIGUEZ, E Y PADILLA GONZALEZ E. *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adicción de materiales poliméricos reciclados*. Revista Ingeniería Solidaria, vol. 25, n.º 1, 2018. [consulte 19 septiembre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2019.01>.
  18. Nandan y Mishra. *Scientifically Surveying the Usage of Terrasil Chemical for Soil Stabilization*. Assistant Professor, Dept. Of Civil Engineering, PRMCEAM, Badnera, Maharashtra, India. [en línea]. 2015. [ consulte 19 septiembre 2020]. ISSN 2395-0056, 2395-0072
  19. ROHINI, B. *Stabilization Of Black Cotton Soil Using Terrasil And Zycobond*. presentada a la universidad NorthCap [en línea]. 2018. [ consulte 19 septiembre 2020]. Disponible en: <http://www.ijcrt.org/papers/IJCRTNTSE061.pdf>
  20. MARTÍNEZ CHAVEZ, ESTHER. *Estabilización de suelos cohesivos con aditivo Organosilano a nivel de subrasante*. [en línea]. 2019. Universidad Peruana los Andes. [ consultado 19 octubre 2020]. Disponible en: [http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/1366/T037\\_42115949\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/1366/T037_42115949_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  21. PALOMINO TERAN, KAREN ESTEFANY. *Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador de elastómero (Caucho)*. [ en línea].

2016. Universidad Privada Del Norte. [ consultado 19 octubre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10489>
22. DIAZ SUAREZ KATHERINE y TORRES FRIAS ROSA. *Incorporación de partículas de caucho de neumático para mejorar las propiedades mecánicas en suelos arcillosos*. [en línea]. 2019.Universidad Nacional De Jaén. [ consultado 19 octubre 2020]. Disponible en: <https://1library.co/document/z12kem8y-incorporacion-particulas-caucho-neumaticos-mejorar-propiedades-mecanicas-arcillosos.html>
23. MONTEJO, A. *Ingeniería de pavimentos para carreteras* [en línea]. 3 ed. Colombia: Editorial Stella Valbuena del fierro. [ en línea]. 2017.pp;15-20. [consultado 10 de octubre de 2019]. ISBN: 9589603629.
24. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. [en línea]. 2016. 355p. [consultado el 1 de octubre del 2019]. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)
25. KALOUSH KAMIL, E., MAMLOUK CHAIR, M. Y MEDINA CAMPILLO, J. *Effect of using Organosilane with Crumb Rubber Modified Hot Mix*: 2018. Arizona State University, Arizona. [consultado el 1 de octubre del 2019]. Disponible en: [https://repository.asu.edu/attachments/211342/content/Srinivasan\\_asu\\_0010N\\_18\\_408.pdf](https://repository.asu.edu/attachments/211342/content/Srinivasan_asu_0010N_18_408.pdf)
26. PETRIE, E. *Silanes as Primers and Adhesion Promoters for Metal Substrates. Metaffinishing. n.105, pp. 85–93*. [en line]. 2017. [ consulted 19 Septiembre 2020]. ISSN 2395-0072.
27. MULLA A, GUPTHA K.G. *Comparative Study and Laboratory Investigation of Soil Stabilization Using Terrasil and Zycobond*. In: Das B., Neithalath N. (eds) *Sustainable Construction and Building Materials*. Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 25. 2019.Springer, Singapore. [en línea]. [consultado 10 de octubre de 2019]. DOI: 1794-9165
28. CHENGHAI LI, H. Y ZHIGANG S. *FatigueResistant Elastomers*, Journal of the Mechanics and Physics of Solid. Revista de Mecánica y Física de Sólidos. 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022509619307781>

29. PELÁEZ ARROYAVE, GORGE, VELÁSQUEZ RESTREPO, SAMUEL GIRALDO VÁSQUEZ, DANIEL. *Aplicaciones de caucho reciclado*. Una revisión de la literatura. [ en línea]. 2017. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. [consultado 10 de octubre de 2019]. ISSN 9788-7012 Recuperado en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/911/91150559002/html/index.html>
30. CORDERO MAZZA, EDUARDO. *La Investigación Aplicada II*. [en línea]. 2019. [consultado 10 de octubre de 2019]. Recuperado en [http://www.est.uc3m.es/esp/nueva\\_docencia/getafe/ciencias\\_estadisticas/disen\\_o\\_experimentos/materialest/IntroDE.pdf](http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/getafe/ciencias_estadisticas/disen_o_experimentos/materialest/IntroDE.pdf)
31. VALDERRAMA, S. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima: San Marcos, 2014, 495 pp. 31. ISSN 9788-7012
32. VASCONELLOS ESPINOZA, RAÚL. *Nuevas Técnicas de Estabilización de Suelos y Reciclado de Pavimentos Flexibles con Uso de Cemento Portland*". ASOCEM. [en línea]. 2016.[consultado 04 de octubre de 2019]. ISBN: 948496058246. Recuperado en: [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf)
33. ZYDEZ. *Waterproofing soil stabilization* [en línea]. 2018. pp; 35. [consultado 02 de octubre de 2019]. ISBN: 918264475395. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/357315293/TERRASIL-PRESENTATION>
34. OPTIBELT. *Technical Manual Rubber Timing Drivez*. [en línea]. 2018. pp;36. [consultado 02 de octubre de 2019] ISBN: 954753982641. Disponible en: <https://www.optibelt.com/fileadmin/pdf/produkte/zahnriemen-gummi/Optibelt-TM-Rubber-Timing-Belt-Drives.pdf>
35. ACADEMIA DE INVESTIGACIÓN. *Manual para la elaboración de tesis y trabajos de investigación*. Puebla: s.n., 47 PP. [en línea], [consulta 07-09-19] disponible : <https://www.sev.gob.mx/centros-rebsamen/files/2019/05/Manual-para-elaboracion-de-tesis-y-trabajos-de-investigacion.pdf>
36. VOLINI, ERIKA & BRETT WALSH. *Rewriting The Rules For The Digital*. [en línea]. 2017 pp: 5. [consultado 10 de octubre de 2019]. ISBN 978248228814-1. Recuperado en

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/About-Deloitte/central-europe/ce-global-human-capital-trends.pdf> 36

37. SAMPIERI, ROBERTO *Metodología de la investigación*. México: Red tercer milenio, 176pp. ISBN: 9701057538.
38. RESEARCH METHODOLOGY. *Methods and Techniques*. 2ed. [en línea]. pp; 414 [consultado 10 de octubre de 2019]. ISBN (13): 978-81-224-2488-1. Recuperado en <https://upla.edu.pe/wp-content/uploads/2017/12/4-UPLA-Kothari-Reserach-Methodology.pdf>
39. OSSIDY Y CHARAM Marakon associates & economicst intelligence unit. Artículo en línea. pag.25. [consultado 13 octubre del 2020]. [recuperado en línea]. disponible en: <http://www.cicap.ac.cr/web/guest/gestión-del-desempeño-competencias-orientado-resultados/>
40. DERMA, HÉCTOR. *Mitología de la investigación: propuesta anteproyecto y proyecto*. 5. \*ed. Bogotá: Eco Ediciones, 2016. 166 pp. ISBN: 9789587713466. en línea]. [Consultado el 08 de octubre de 2020]. Recuperado en: <http://roa.ult.edu.cu/jspui/bitstream/123456789/3244/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20PROPUESTA%20ANTEPROYECTO%20Y%20PROYECTO.pdf>
41. CARRASCO, SERGIO. *Metodología de la investigación científica* [en línea]. Lima. Perú. San Marcos. 85pp. ISBN: 9972342425. disponible. en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/8716/Urbano\\_jf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/8716/Urbano_jf.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE – CHOTA 2019

Problemas	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicador	metodología
<p><b>General</b></p> <p>¿Cuanto influye la evaluación de las moléculas de Organosilano y Elastómero aplicado a la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Evaluar las moléculas de Organosilano y Elastómero aplicado a la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>General</b></p> <p>Las Moléculas de Organosilano y Elastómero influirán favorablemente en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>		Propiedades físicas	Granulometría Limite liquido Limite plástico	Unidad de Análisis: La Subrasante
<p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia de las características técnicas de las moléculas de Organosilano en el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia de las características técnicas de las moléculas de Organosilano en el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>Las características técnicas de las moléculas de Organosilano disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	Variable Dependiente Subrasante	Propiedades mecánicas	Proctor modificado CBR	Población: La subrasante de la carretera Chongoyape – Chota de 1.54 km
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuanto influye las características técnicas de las moléculas de Organosilano en el Proctor Modificado de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia de la dosificación óptima de las moléculas de Organosilano en el mejoramiento del CBR de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>El CBR se incrementa al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Organosilano en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	Variable Independiente Moléculas de Organosilano	Incremento del CBR	CBR con dosificación óptima de las moléculas de Organosilano CBR con dosificación óptima de las moléculas de Elastómero	Muestra: 4 calicatas
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuanto influye en el CBR al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Organosilano en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia de la dosificación óptima de las moléculas de Organosilano en el mejoramiento del CBR de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>La propiedad física de las moléculas de elastómero disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	Variable Independiente Moléculas de Elastómero	Características técnicas	Densidad Viscosidad Consistencia Dosificaciones del 0.5kg/m <sup>3</sup> , 1.0kg/m <sup>3</sup> y 1.5kg/m <sup>3</sup>	Muestreo: No Probabilístico
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuanto influye las propiedades físicas de las moléculas de Elastómero en el Proctor Modificado de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia de las propiedades físicas de las moléculas de Elastómero en el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>La propiedad física de las moléculas de elastómero disminuye el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	Variable Independiente Moléculas de Elastómero	Propiedades físicas	Granulometría Peso unitario Peso compactado Absorción de humedad Porcentajes del 5%, 10% y 15%	Diseño de investigación: Cuasi-Experimental
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuanto influye en el CBR al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia del porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en el mejoramiento del CBR de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>El CBR se incrementa al utilizar el porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>				Tipo de investigación: Aplicada
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuanto influye en el CBR al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia del porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en el mejoramiento del CBR de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>El CBR se incrementa al utilizar el porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>				Nivel de investigación: Descriptiva
<p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuanto influye en el CBR al utilizar la dosificación óptima de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia del porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en el mejoramiento del CBR de la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>El CBR se incrementa al utilizar el porcentaje óptimo de las moléculas de Elastómero en la subrasante de la carretera Chongoyape – Chota 2019.</p>				Enfoque de investigación: Cuantitativa

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

EVALUACION DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE – CHOTA 2019

Variable	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	Dimensión	Indicador	Instrumento
Variable dependiente	<p>Es la capa situada arriba del cuerpo de terraplén y debajo de la sub base, que tiene la función de dar alineamiento vertical del camino, por lo que recibe menor cantidad de esfuerzo a causa de las cargas de tránsito</p> <p>Subrasante</p>	<p>En este estudio se realizará primeramente la excavación de 4 calicatas para la clasificación del suelo realizando los 3 ensayos de granulometría, límite líquido y límite plástico, asimismo se realizará ensayo de CBR, y Proctor Modificado para ver el grado de trabajabilidad de las muestras</p>	<p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Incremento del CBR</p>	<p>Granulometría Límite líquido Límite plástico</p> <p>Máxima densidad seca Óptimo contenido de humedad CBR</p> <p>CBR con dosificación óptima de las moléculas de Organosilano CBR con dosificación óptima de las moléculas de Elastómero</p>	<p>Formatos de ensayos físicos</p> <p>Formatos de ensayos mecánicos</p> <p>Presupuesto</p>
Variable independiente	<p>Las moléculas de Organosilano, es un estabilizador impermeable a la humedad, hecho para evitar las deformaciones además que evita las porosidades de los suelos que ayude a extraer la corrosión de la superficie. Concluyendo así que este estabilizador hace que la subrasante permanezca totalmente impermeable a la humedad aislado de la corrosión y estable en su totalidad</p> <p>Moléculas de Organosilano (Terrasil)</p>	<p><b>Opipipassoli (2016)</b> explicó que es un aditivo para suelos de última generación, compuesto al 100% por Organosilano, que su función es capaz repeler el agua, eliminar el hinchamiento y la absorción de suelos. Es, por tanto, un agente impermeabilizante de suelos, que aporta ventajas adicionales a la estabilización tradicional de suelos.</p>	<p>Características técnicas</p>	<p>Densidad Viscosidad Consistencia Dosificaciones del 0.5kg/m<sup>3</sup>, 1.0kg/m<sup>3</sup> y 1.5kg/m<sup>3</sup></p>	<p>Especificaciones técnicas</p>
	<p><b>Albijn, (2008)</b> Es una molécula compuesta al 100% por el elastómero proveniente de los granos de caucho reciclado, compuesta por sustancias elásticas impermeables. Este posee un alto índice de plasticidad que es propio de su mismo material que lo compone, puede ser deformado en todas las direcciones y este vuelve a su estado original, cuando se eliminan fuerzas de estiramiento estas moléculas de ELASTOMERO no permanecen alineadas, deformándose volviendo a su estado de molécula original</p> <p>Moléculas de Elastómero (Caucho)</p>	<p><b>Dalerza (2008)</b> Característica la cual puede ser reforzada industrialmente dando paso al caucho reciclado material el cual utilizamos en esta investigación compuesto de moléculas de Elastómero beneficioso para estabilizar suelos arcillosos de baja resistencia para la estructura de la capa subrasante</p>	<p>Propiedades físicas</p>	<p>Granulometría Peso unitario Peso compactado Absorción de humedad Porcentajes del 5%, 10% y 15%</p>	<p>Formato de ensayos físicos</p>

Elaborado por: LUCIO BRYAN GALVEZ RODRIGUEZ

# Anexo 4: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

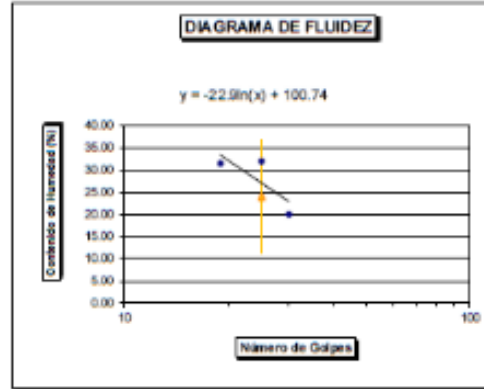


## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LAS MOLECULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓNERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE - QHOTA 2019'	FECHA:	OCTUBRE 2020
SOLICITANTE:	Lucio Bryan Galvez Rodriguez		
MUESTRA:	CAUCATA 03	LOCALIZACIÓN:	Torre: Carretera Chongoyape - Qhota (Prog. 4+000)

### LÍMITES DE ATTERBERG ASTM D4318

LÍMITE LÍQUIDO			
No de Golpes	19	25	30
Recipiente No	1	2	3
Peso Suelo H. (g)	64.21	62	51.78
Peso Suelo S. (g)	54.02	52.11	46.7
Peso Tarro (g)	21.53	21.10	21.20
% de humedad	31.36%	31.89%	19.92%



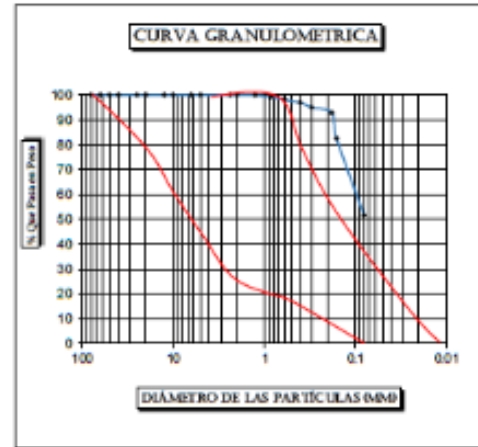
LÍMITE PLÁSTICO	
Recipiente No	100
Peso Suelo H. (g)	37.71
Peso Suelo S. (g)	35.22
Peso Tarro (g)	22.35
% de humedad	19.05%

LL =	30.12%	Índice de Grupo	0
LP =	19.05%	Clasificación AASHTO	A-4 Sub-arifosa
IP =	11.07%	Clasificación Unificada	Arilla media plasticidad arenosa CL
W =	15.96%		

HUMEDAD NATURAL	
Recipiente No	15
Peso Suelo H. (g)	53.97
Peso Suelo S. (g)	49.87
Peso Tarro (g)	24.58
% de humedad	15.96%

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-137

Tamices		Suelo Retenido (gr)	% Retenido	% Que Pasa	Especificaciones para Base
mm	n/a				
3"	80	0.00	0.00%	100.00%	IN SITU
2 1/2"	63	0.00	0.00%	100.00%	A-1
2"	50	0.00	0.00%	100.00%	300.00
1 1/2"	40	0.00	0.00%	100.00%	
1"	25	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	20	0.00	0.00%	100.00%	80.00 300.00
1/2"	12.5	0.00	0.00%	100.00%	72.50 300.00
3/8"	10	0.00	0.00%	100.00%	65.00 300.00
1/4"	6.3	0.00	0.00%	100.00%	57.50 92.50
No 4	5	0.00	0.00%	100.00%	50.00 85.00
No 8	2.36	0.00	0.00%	100.00%	41.50 76.00
No 10	2	0.00	0.00%	100.00%	38.00 67.00
No 16	1.25	0.00	0.00%	100.00%	31.00 61.50
No 20	0.84	4.00	0.82%	99.18%	29.00 56.00
No 30	0.6	5.00	1.03%	98.97%	27.00 50.50
No 40	0.4	6.00	1.24%	98.76%	25.00 45.00
No 50	0.3	9.00	1.86%	98.14%	21.25 40.00
No 80	0.18	11.00	2.27%	97.73%	17.50 35.00
No 100	0.160	30.00	10.32%	89.68%	15.75 30.00
No 200	0.080	150.00	30.99%	69.01%	10.00 25.00
Fondo	fondo	250.00	51.55%		
		485.00	30.00%		



MUESTRA:	CAUCATA 03
LOCALIZACIÓN:	Torre: Carretera Chongoyape - Qhota (Prog. 4+000)
PROFUNDIDAD:	0.20 - 1.50

*Jhonny Cruzado Rivas*  
ING. CIVIL LABORATORISTA  
REG. COP Nº 20074





CONSULTING GRUPO S.A.

## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

<b>PROYECTO :</b>	"EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"	<b>FECHA:</b>	OCTUBRE 2020
<b>SOLICITANTE :</b>	Lucio Bryan Galvez Rodriguez		
<b>MUESTRA:</b>	CALICATA 01	<b>LOCALIZACIÓN:</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

### SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "S.U.C.S"

DIVISIONES PRINCIPALES	Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b>  Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>GRAVAS</b>	Gravas limpias	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
		(sin o con pocos finos)	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:
		Gravas con finos	$IP < 4$ Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
		(apreciable cantidad de finos)	$IP > 7$ Límites de Atterberg sobre la línea A con IP > 7.
	<b>ARENAS</b>	Arenas limpias	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
		(pocos o sin finos)	$< 5\% \rightarrow$ GW, GP, SW, SP. $> 5\% \rightarrow$ GM, GC, SM, SC.
		Arenas con finos	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.
		(apreciable cantidad de finos)	$5$ al $12\% \rightarrow$ casos límite que requieren usar doble símbolo.
<b>SUELOS DE GRANO FINO</b>  Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	Limos y arcillas:		
	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	
	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	
	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.	
Limos y arcillas:		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

<b>PROYECTO :</b>	"EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE - CHOTA 2019"	<b>FECHA:</b>	OCTUBRE 2020
<b>SOLICITANTE :</b>	Lucio Bryan Galvez Rodriguez		
<b>MUESTRA:</b>	CALICATA 01	<b>LOCALIZACIÓN:</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

### SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "S.U.C.S"

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fractamentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como sub base	Excelente a bueno							Pobre a malo			

- (1): No plástico  
 (2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30  
 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

**Johnny Cruzado Ruiz**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CIP N° 208274





# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

<b>PROYECTO:</b>	"EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"	<b>FECHA:</b>	OCTUBRE 2020
<b>SOLICITANTE:</b>	Lucio Bryan Galvez Rodriguez		
<b>MUESTRA:</b>	CALICATA 01	<b>LOCALIZACIÓN:</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

Tamices	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
4"	100	100.00	100.00
3"	80	100.00	100.00
2 1/2"	63	100.00	100.00
2"	50	100.00	100.00
1 1/2"	40	100.00	100.00
1"	25	100.00	100.00
3/4"	20	100.00	100.00
1/2"	12.5	100.00	100.00
3/8"	10	100.00	100.00
1/4"	6.3	100.00	100.00
No 4	5	100.00	100.00
No 8	2.36	100.00	100.00
No 10	2	100.00	100.00
No 16	1.25	100.00	100.00
No 20	0.84	99.18	99.18
No 30	0.6	98.14	98.14
No 40	0.4	96.91	96.91
No 50	0.3	95.05	95.05
No 80	0.18	92.78	92.78
No 100	0.160	82.47	82.47
No 200	0.080	51.55	51.55
Fondo	fondo	0.00	0.00

D <sub>60</sub> :	0.10 mm
D <sub>30</sub> :	mm
D <sub>10</sub> (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas. <b>Arcilla media plasticidad arenosa CL</b>

Limite líquido, LL:	30.12 %
Limite plástico, LP:	19.05 %
Índice plasticidad, IP:	11.07 %

<b>Arcilla media plasticidad arenosa CL</b>
---

**Johnny Cruzado Ruiz**  
 ING CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CIP N° 208374





CONSULTING GROUP SRL

## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

<b>PROYECTO:</b>	"EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGUYAPE CHOTA 2019"	<b>FECHA:</b>	OCTUBRE 2020
<b>SOLICITANTE:</b>	Lucio Bryan Galvez Rodriguez		
<b>MUESTRA:</b>	CALICATA 01	<b>LOCALIZACIÓN:</b>	Tramo: Carretera Chonguyape - Chota (Prog. 4+000)

### SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "AASHTO"

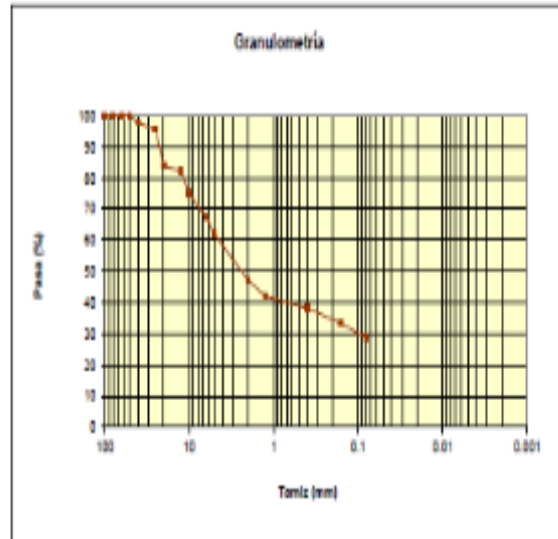
N°1	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido porcent (%)
4"	100	100.00	100.00	0.00	0.00
3"	80	100.00	100.00	0.00	0.00
2 1/2"	63	100.00	100.00	0.00	0.00
2"	50	100.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	40	100.00	100.00	0.00	0.00
1"	25	100.00	100.00	0.00	0.00
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	100.00	0.00	0.00
3/8"	10	100.00	100.00	0.00	0.00
1/4"	6.3	100.00	100.00	0.00	0.00
No 6	5	100.00	100.00	0.00	0.00
No 8	2.36	100.00	100.00	0.00	0.00
No 10	2	100.00	100.00	0.00	0.00
No 16	1.18	100.00	100.00	0.00	0.00
No 20	0.84	99.18	99.18	0.82	0.82
No 30	0.6	98.14	98.14	1.86	1.86
No 40	0.4	96.91	96.91	3.09	1.24
No 50	0.3	95.05	95.05	4.95	1.86
No 60	0.25	92.78	92.78	7.22	2.27
No 100	0.150	82.47	82.47	17.53	10.11
No 200	0.075	51.55	51.55	48.45	30.93
Fondo	Fondo	0.00	0.00	100.00	51.55

100.00

Limite líquido LL	30.12	%
Limite plástico LP	19.05	%
Indice plasticidad IP	11.07	%

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	100.00 %
Pasa tamiz N° 200 (0.075 mm):	51.55 %
D <sub>10</sub> :	4.98 mm
D <sub>30</sub> :	0.135 mm
D <sub>60</sub> (diámetro efectivo):	0.107 mm
Coficiente de uniformidad (Cu):	46.54
Grado de curvatura (Cc):	0.63

#### Clasificación AASHTO



**Material limoso-arenoso**  
Pobre a malo como subgrado  
**A-6 Suelo arcilloso**

**Valor del indice de grupo (IG):** 3

**Johnny Cruzado Ruiz**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. COP N° 218274





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01

**FECHA:** OCTUBRE 2020

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**IP MUESTRA** 11.07

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
condicion de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9391.69	9161.26	8992.03	8896.23	8412.38	8622.11
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4326.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	5120.69	4890.26	4627.03	4531.23	4276.38	4486.11
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2343.00	2143.00
Densidad Humeda	2.389	2.282	2.159	2.114	1.996	2.093
Tarro N°	11	32	22	42	17	62
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.44	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	18.89	32.41	14.97	19.20	13.66	23.99
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	162.33	168.87	168.11	166.44	155.04	173.83
% Humedad	11.64	19.19	8.90	11.54	8.81	13.80
Densidad Seca	2.14	1.91	1.98	1.90	1.83	1.84

EXPANSIÓN											
MOLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%
01/10/2020	09:30	0	5.000	-	-	4.830	-	-	4.890	-	-
02/10/2020	09:30	24	5.200	0.2	0.17	5.230	0.400	0.34	4.890	0.090	0.00
03/10/2020	09:30	48	5.700	0.7	0.60	5.680	0.850	0.73	5.340	0.450	0.39
04/10/2020	09:30	72	5.850	0.85	0.73	6.180	1.350	1.16	5.540	0.650	0.56
05/10/2020	09:30	96	6.250	1.25	1.08	6.480	1.650	1.42	5.740	0.850	0.73

PENETRACIÓN														
PENET.	CARGA	STD	MOLDE N° 07				MOLDE N° 09				MOLDE N° 15			
			LECTURA	CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA		
LIBRAS	LIBRAS	lb/pulg <sup>2</sup>		%	LIBRAS	lb/pulg <sup>2</sup>		%	LIBRAS	lb/pulg <sup>2</sup>		%		
0.020			3.20	120.47	40.16		1.97	108.32	36.11		0.98	98.49	32.83	
0.040			11.88	206.26	68.76		7.68	164.71	54.91		4.32	131.50	43.84	
0.060			19.86	285.11	95.04		13.03	217.59	72.53		7.54	163.37	54.46	
0.080			25.27	338.52	132.84		17.08	257.64	85.89		10.68	194.39	64.80	
0.100	500		28.92	374.59	134.87	24.87	20.41	290.50	96.84	19.37	12.01	207.56	69.19	
0.200	1500		42.67	510.41	170.15		30.18	387.00	129.01		18.38	270.46	90.16	
0.300			50.29	585.69	195.24		36.07	445.24	148.42		21.61	302.33	100.78	
0.400			55.51	637.31	212.45		39.95	483.51	161.18		23.84	324.43	108.15	
0.500			59.17	673.38	234.47		42.91	512.79	170.94		25.72	342.95	114.32	



## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE - CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

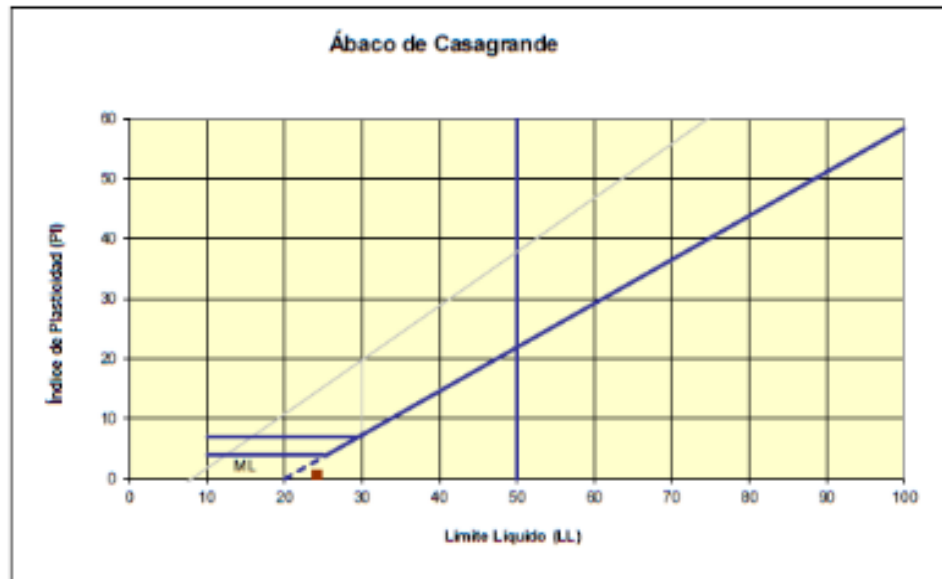
**MUESTRA:** CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+0

**FECHA:** OCTUBRE 2020

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)						
MOLDE N°	PENETRACIÓN	LBS/PULG2	N° DE GOLPES	C.B.R (%)	D.M. SECA	
07	0.1"	124.87	56	24.97	2.14	
09	0.1"	96.84	25	19.37	1.98	
15	0.1"	69.19	12	13.84	1.83	

EMBEEDO	EXPANSIÓN	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R 100%	C.B.R. 95%
04 Dias	1.00%	0.1"	11.64	2.14 Gr/cc	2.03 Gr/cc	24.97	21.07



CALCULO DE CBR AL 95 %      MDS=      2.03 Gr/cc

CALCULO DE CBR AL 95 %      21.07

**Johnny Cruzado Ruiz**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CIP N° 208714





# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557)

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE - CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

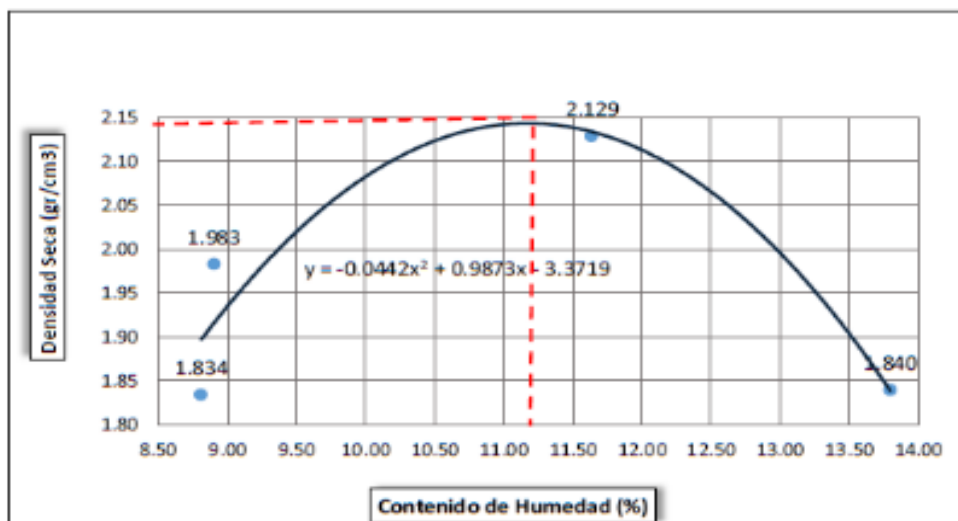
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**NORMA:** ASTM D - 1557

Volumen del Molde = 2130 cm <sup>3</sup>						
	PRUEBA N°		1	2	3	4
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado	(g)	9391.69	8992.03	8412.38	8622.11
2	Peso del molde	(g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2)	(g)	<b>5120.69</b>	<b>4627.03</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
4	Densidad humeda	(g)	<b>2.389</b>	<b>2.159</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
5	Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.13</b>	<b>1.98</b>	<b>1.83</b>	<b>1.84</b>

## ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD						
	DEPOSITO N°		100	200	300	400
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	(g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	(g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2)	(g)	<b>18.89</b>	<b>14.97</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
4	PESO DEPOSITO	(g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4)	(g)	<b>162.33</b>	<b>168.11</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)×100	(%)	<b>11.64</b>	<b>8.90</b>	<b>8.81</b>	<b>13.80</b>



*Thony Cruzado Ruiz*  
ING. CIVIL LABORATORISTA  
REG. CIP N° 208074

Maxima Densidad Seca	2.13 gr/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	15.20 %





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO DE DESGASTE A LA ABRASIÓN

( NORMA ASTM C - 535)

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01

**FECHA:** OCTUBRE 2020

**NORMA:** ASTM C 535

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prc

MUESTRA	ÚNICA
RETENIDO TAMIZ	PESO (g)
1 1/2"	9901
1"	5007
TOTAL MUESTRA	14908
RET. TAMIZ N° 12	5045.3
% DESGASTE	66.16

  
Johnny Cruzado Ruiz  
ING. CIVIL LABORATORISTA  
REG. CIP N° 208274





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

**TERRASIL**  
0.5 g/m<sup>3</sup>

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodríguez

**MUESTRA:** CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**FECHA:** OCTUBRE 2020

IP MUESTRA 11.07

Ubicación	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)
Profundidad	0.20 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
condicion de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9391.69	9161.26	8992.03	8896.23	8412.38	8622.11
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4136.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	<b>5120.69</b>	<b>4890.26</b>	<b>4627.03</b>	<b>4531.23</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00
Densidad Humeda	<b>2.389</b>	<b>2.282</b>	<b>2.159</b>	<b>2.114</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
Tarro N°	11	32	22	42	17	62
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.44	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	<b>18.89</b>	<b>32.41</b>	<b>14.97</b>	<b>19.20</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	<b>162.33</b>	<b>168.87</b>	<b>168.11</b>	<b>166.44</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
% Humedad	<b>11.64</b>	<b>19.19</b>	<b>8.90</b>	<b>11.54</b>	<b>8.81</b>	<b>13.80</b>
Densidad Seca	<b>2.23</b>	<b>1.91</b>	<b>1.98</b>	<b>1.90</b>	<b>1.83</b>	<b>1.84</b>

EXPANSIÓN											
MOLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%
01/10/2020	09:30	0	5.000	-		4.830	-		4.890	-	
02/10/2020	09:30	24	5.400	<b>0.4</b>	<b>0.34</b>	5.230	<b>0.400</b>	<b>0.34</b>	5.240	<b>0.350</b>	<b>0.30</b>
03/10/2020	09:30	48	5.400	<b>0.4</b>	<b>0.34</b>	5.430	<b>0.600</b>	<b>0.52</b>	5.640	<b>0.750</b>	<b>0.65</b>
04/10/2020	09:30	72	5.500	<b>0.5</b>	<b>0.43</b>	5.430	<b>0.600</b>	<b>0.52</b>	5.640	<b>0.750</b>	<b>0.65</b>
05/10/2020	09:30	96	5.500	<b>0.5</b>	<b>0.43</b>	5.880	<b>1.050</b>	<b>0.91</b>	5.990	<b>1.100</b>	<b>0.95</b>

PENETRACIÓN													
PENET.	CARGA	MOLDE N° 07	MOLDE N° 09			MOLDE N° 15							
			LECT.	CORREGIDA		LECT.	CORREGIDA		LECT.	CORREGIDA			
mm./pulg.	STD	LECTURA	LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%	LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%	LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%		
0.020		3.20	<b>120.47</b>	<b>40.16</b>		1.97	<b>108.32</b>	<b>36.11</b>	0.98	<b>98.49</b>	<b>32.83</b>		
0.040		12.43	<b>211.62</b>	<b>70.54</b>		7.14	<b>159.35</b>	<b>53.12</b>	4.50	<b>133.28</b>	<b>44.43</b>		
0.060		19.68	<b>283.32</b>	<b>94.45</b>		12.85	<b>215.81</b>	<b>71.94</b>	8.26	<b>170.51</b>	<b>56.84</b>		
0.080		24.91	<b>334.95</b>	<b>111.65</b>		17.26	<b>259.43</b>	<b>86.48</b>	10.68	<b>194.39</b>	<b>64.80</b>		
0.100	500	28.92	<b>374.59</b>	<b>124.87</b>	<b>24.97</b>	19.87	<b>285.14</b>	<b>95.05</b>	<b>19.01</b>	12.56	<b>212.92</b>	<b>70.98</b>	<b>14.20</b>
0.200	1500	42.67	<b>510.41</b>	<b>170.15</b>		30.00	<b>385.22</b>	<b>128.41</b>		17.84	<b>265.10</b>	<b>88.37</b>	
0.300		49.57	<b>578.55</b>	<b>192.86</b>		36.07	<b>445.24</b>	<b>148.42</b>		21.07	<b>296.97</b>	<b>99.00</b>	
0.400		55.15	<b>633.74</b>	<b>211.26</b>		39.77	<b>481.72</b>	<b>160.58</b>		24.02	<b>326.21</b>	<b>108.74</b>	
0.500		59.71	<b>678.74</b>	<b>226.26</b>		42.91	<b>512.79</b>	<b>170.94</b>		25.72	<b>342.95</b>	<b>114.32</b>	





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

TERRASIL  
65.g/m3

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01

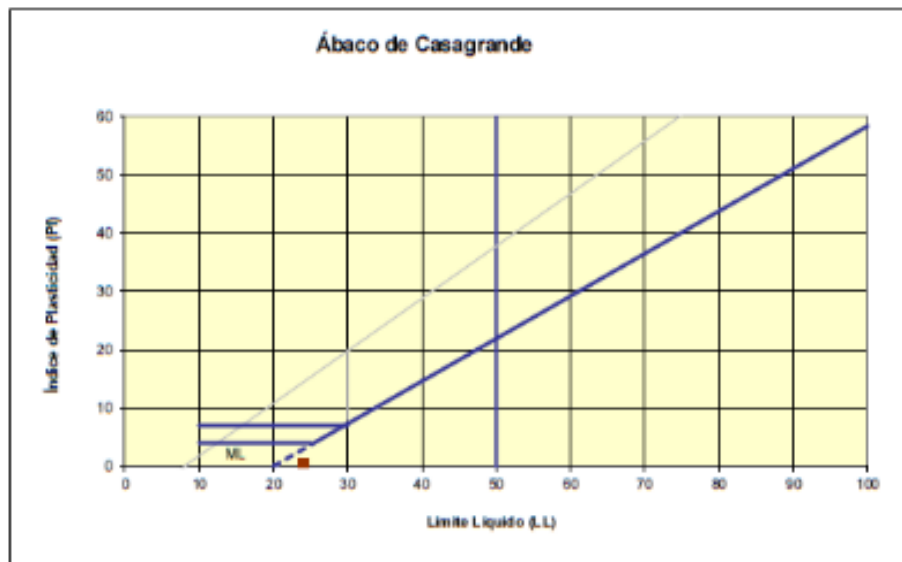
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

Ubicación	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog.
Profundidad	0.20 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE N°	PENETRACIÓN	LIBS/PULG2	N° DE GOLPES	C.B.R (%)	D.M. SECA
07	0.1"	<b>124.67</b>	56	<b>24.97</b>	<b>2.23</b>
09	0.1"	<b>95.05</b>	25	<b>19.01</b>	<b>1.98</b>
15	0.1"	<b>70.98</b>	12	<b>14.20</b>	<b>1.83</b>

EMBEBIDO	EXPANSIÓN	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R 100%	C.B.R. 95%
04 Dias	0.76%	0.1"	11.64	<b>2.23 Gr/cc</b>	<b>2.13 Gr/cc</b>	<b>24.97</b>	<b>24.95</b>



CALCULO DE CBR AL 95 %      MDS=      **2.13 Gr/cc**

CALCULO DE CBR AL 95 %      **24.95**

**Johnny Cruzado Rivas**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CP N° 208274





# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN ( PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557 )

TERRASIL 0.5  
g/m<sup>3</sup>

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodríguez

**MUESTRA:** CAUCATA 01

**FECHA:** OCTUBRE 2020

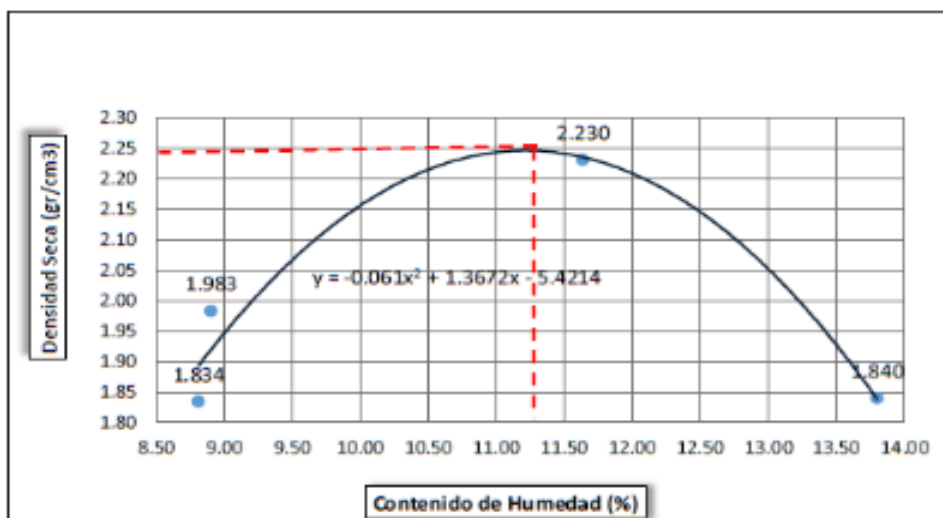
**NORMA:** ASTM D - 1557

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

Volumen del Molde = 2130 cm <sup>3</sup>						
	PRUEBA N°		1	2	3	4
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado	(g)	9391.69	8992.03	8412.38	8622.11
2	Peso del molde	(g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2)	(g)	<b>5120.69</b>	<b>4627.03</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
4	Densidad humeda	(g)	<b>2.389</b>	<b>2.159</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
5	Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.23</b>	<b>1.98</b>	<b>1.83</b>	<b>1.84</b>

## ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD						
	DEPOSITO N°		100	200	300	400
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	(g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	(g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2)	(g)	<b>18.89</b>	<b>14.97</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
4	PESO DEPOSITO	(g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4)	(g)	<b>162.33</b>	<b>168.11</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)x100	(%)	<b>11.64</b>	<b>8.90</b>	<b>8.81</b>	<b>13.80</b>



*Johny Cruzado Ruiz*  
ING. CIVIL LABORATORISTA  
REG. CIP N° 208274

Maxima Densidad Seca	2.23 gr/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	14.70%





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

TERRASL  
1g/m<sup>3</sup>

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**FECHA:** OCTUBRE 2020

IP MUESTRA 11.07

Ubicación	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)
Profundidad	0.20 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9391.69	9161.26	8992.03	8896.23	8412.38	8622.11
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4136.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	5120.69	4890.26	4627.03	4531.23	4276.38	4486.11
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00
Densidad Humeda	2.389	2.282	2.159	2.114	1.996	2.093
Tarro N°	11	32	22	42	17	62
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.44	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	18.89	32.41	14.97	19.20	13.66	23.99
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	162.33	168.87	168.11	166.44	155.04	173.83
% Humedad	11.64	19.19	8.90	11.54	8.81	13.80
Densidad Seca	2.14	2.45	1.98	1.90	1.83	1.84

EXPANSIÓN											
MOLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
01/10/2020	09:30	0	5.000	-	-	4.830	-	-	4.890	-	-
02/10/2020	09:30	24	5.000	0	0.00	4.930	0.100	0.09	5.240	0.350	0.30
03/10/2020	09:30	48	5.150	0.15	0.13	5.080	0.250	0.22	5.640	0.750	0.65
04/10/2020	09:30	72	5.300	0.3	0.26	5.230	0.400	0.34	5.990	1.100	0.95
05/10/2020	09:30	96	5.750	0.75	0.65	5.730	0.900	0.78	6.040	1.150	0.99

PENETRACIÓN																
PENET.	CARGA	MOLDE N° 07	MOLDE N° 09	MOLDE N° 15	CORREGIDA			CORREGIDA			CORREGIDA					
					LECT.	LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	LECT.	LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	LECT.	LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	LECT.	LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>
0.020	STD	3.20	120.47	40.16	1.97	108.32	36.11	0.98	98.49	32.83						
0.040		12.06	208.05	69.35	7.50	162.92	54.31	4.14	129.71	43.24						
0.060		19.50	281.54	93.85	12.67	214.02	71.34	7.90	166.94	55.65						
0.080		25.09	336.73	112.25	17.45	261.21	87.08	10.32	196.82	63.61						
0.100	500	29.28	378.16	126.06	25.21	20.41	290.50	96.84	19.37	12.38	211.13	70.38	14.08			
0.200	1500	42.49	508.63	169.55	30.36	308.79	129.60	18.02	266.89	88.97						
0.300		50.11	583.90	194.64	36.07	445.24	148.42	21.07	296.97	99.00						
0.400		55.33	635.53	211.85	39.95	483.51	161.18	23.66	322.64	107.55						
0.500		59.17	673.38	224.47	42.73	511.00	170.34	25.36	339.38	113.13						



# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

TERRASL  
1 g/m<sup>3</sup>

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CAUCATA 01

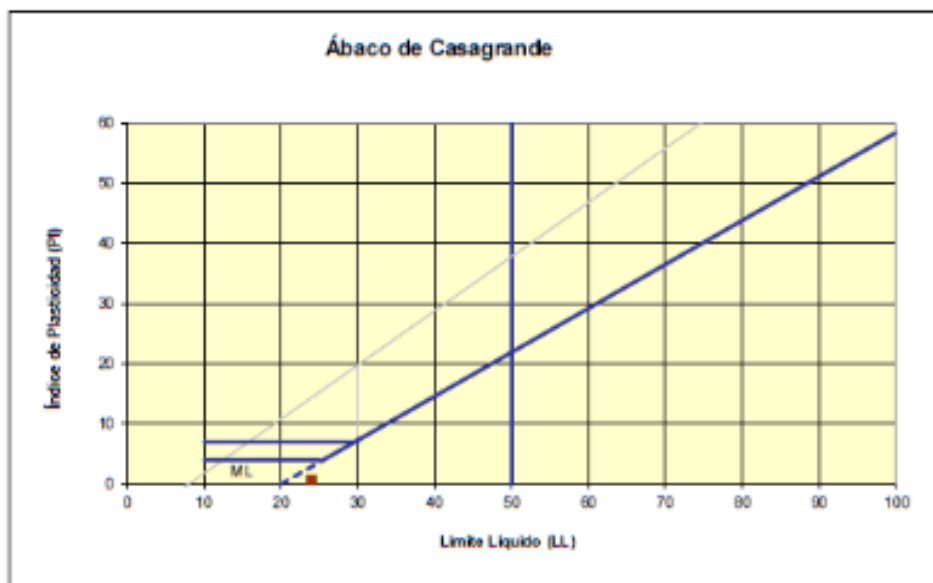
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+)

Ubicación	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota
Profundidad	0.20 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDEN°	PENETRACIÓN	LBS./PULG <sup>2</sup>	N° DE GOLPES	C.B.R. (%)	D.M. SECA
07	0.1"	126.06	56	25.21	2.45
09	0.1"	96.84	25	19.37	1.98
15	0.1"	70.38	12	14.08	1.83

EMBEEDO	EXPANSIÓN	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R. 100%	C.B.R. 95%
04 Dias	0.80%	0.1"	8.81	2.45 Gr/cc	2.25 Gr/cc	45.68	42.36



CALCULO DE CBR AL 95 %

MDS=

2.25 Gr/cc

CALCULO DE CBR AL 95 %

42.36

*Jhony Cruzado Ruiz*  
ING. CIVIL LABORATORISTA  
REG. CIP N° 208274





# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN ( PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557 )

TERRASIL  
1 g/m<sup>3</sup>

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE - CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

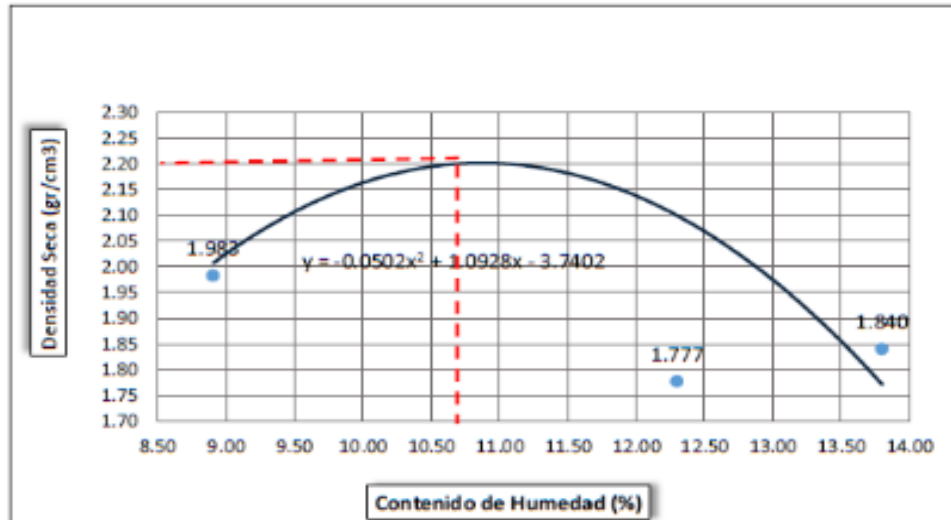
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**NORMA:** ASTM D - 1557

Volumen del Molde = 2130 cm <sup>3</sup>						
	PRUEBA N°		1	2	3	4
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado	(g)	9391.69	8992.03	8412.38	8622.11
2	Peso del molde	(g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2)	(g)	<b>5120.69</b>	<b>4627.03</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
4	Densidad humeda	(g)	<b>2.389</b>	<b>2.159</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
5	Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.45</b>	<b>1.98</b>	<b>1.78</b>	<b>1.84</b>

## ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD						
	DEPOSITO N°		100	200	300	400
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	(g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	(g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2)	(g)	<b>18.89</b>	<b>14.97</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
4	PESO DEPOSITO	(g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4)	(g)	<b>162.33</b>	<b>168.11</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)x100	(%)	<b>11.64</b>	<b>8.90</b>	<b>12.30</b>	<b>13.80</b>



*Jhonny Cruzado Ruiz*  
ING. CIVIL LABORATORISTA  
REG. CIP N° 208074

Maxima Densidad Seca	2.45 gr/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	12.30 %





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

TERRASIL  
1.5 g/m<sup>3</sup>

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**FECHA:** OCTUBRE 2020

**IP MUESTRA** 11.07

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
condicion de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9391.69	9161.26	8992.03	8896.23	8412.38	8622.11
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4136.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	5120.69	4890.26	4627.03	4531.23	4276.38	4486.11
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00
Densidad Humeda	2.389	2.282	2.159	2.114	1.996	2.093
Tarro N°	11	32	22	42	17	62
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.44	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	18.89	32.41	14.97	19.20	13.66	23.99
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	162.33	168.87	168.11	166.44	155.04	173.83
% Humedad	11.64	19.19	8.90	11.54	8.81	13.80
Densidad Seca	2.65	1.91	1.98	1.90	1.83	1.84

EXPANSIÓN											
MOLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
01/10/2020	09:30	0	5.000	-	-	4.830	-	-	4.890	-	-
02/10/2020	09:30	24	5.200	0.2	0.17	4.880	0.050	0.04	4.940	0.050	0.04
03/10/2020	09:30	48	5.600	0.6	0.52	5.080	0.250	0.22	5.440	0.550	0.47
04/10/2020	09:30	72	5.650	0.65	0.56	5.330	0.500	0.43	5.640	0.750	0.65
05/10/2020	09:30	96	6.050	1.05	0.91	5.830	1.000	0.86	5.740	0.850	0.73

PENETRACIÓN													
PENET. mm./pulg.	CARGA LIBRAS	STD LECTURA	MOLDE N° 07			MOLDE N° 09			MOLDE N° 15				
			CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA		
			LIBRAS	lb/pulg <sup>2</sup>	%		LIBRAS	lb/pulg <sup>2</sup>	%		LECT.	LIBRAS	lb/pulg <sup>2</sup>
0.020		3.20	120.47	40.16		1.97	106.32	36.11		0.98	98.49	32.83	
0.040		11.88	206.26	68.76		7.14	159.35	53.12		4.86	136.85	45.62	
0.060		19.86	285.11	95.04		12.67	214.02	71.34		8.08	168.73	56.25	
0.080		25.45	340.30	113.44		16.72	254.07	84.70		10.14	183.04	63.02	
0.100	500	28.92	374.59	124.87	24.87	20.23	288.71	96.24	19.25	12.01	207.56	69.19	13.84
0.200	1500	41.95	503.27	167.77		30.18	387.00	129.01		18.38	270.46	90.16	
0.300		50.29	585.69	195.24		35.71	441.67	147.23		21.25	298.76	99.59	
0.400		55.69	638.10	213.04		39.77	481.72	160.58		23.66	322.64	107.55	
0.500		59.71	678.74	226.26		42.73	511.00	170.34		26.08	346.52	115.51	



## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

TIERRAS  
1.5 g/m<sup>3</sup>

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01

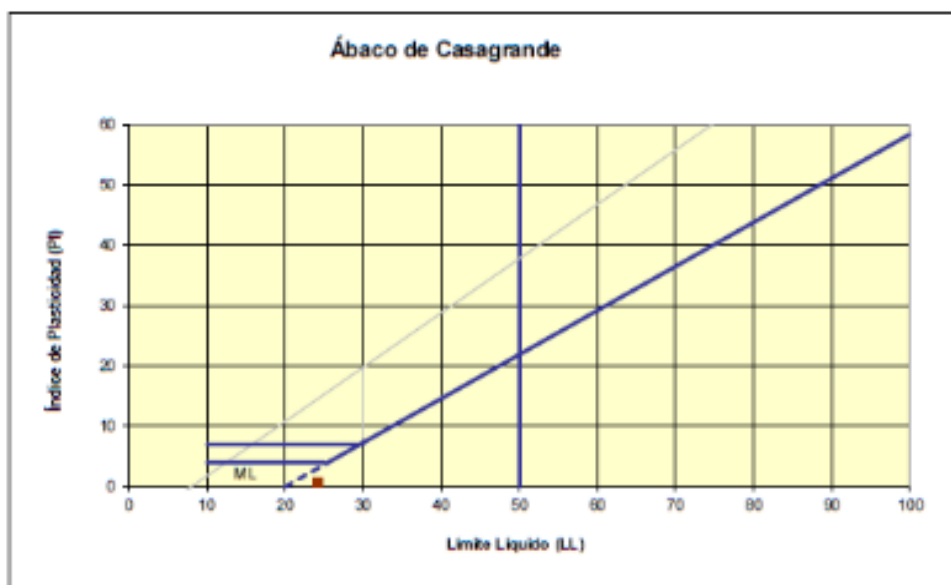
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+)

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDEN°	PENETRACIÓN	LBS/PULG <sup>2</sup>	N° DE GOLPES	C.B.R (%)	D.M. SECA
07	0.1"	124.87	56	24.97	2.65
09	0.1"	96.24	25	19.25	1.98
15	0.1"	69.19	12	13.84	1.83

EMBEBIDO	EXPANSIÓN	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R 100%	C.B.R. 95%
04 Dias	0.83%	0.1"	11.64	2.65 Gr/cc	2.53 Gr/cc	65.87	62.95



CALCULO DE CBR AL 95 %

MDS=

2.53 Gr/cc

CALCULO DE CBR AL 95 %

62.95

**Johnny Cruzado Ruiz**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CIP N° 208274





# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

( PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557 )

FERRASIL  
1.5 g/m<sup>3</sup>

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**MUESTRA:** CALICATA 01

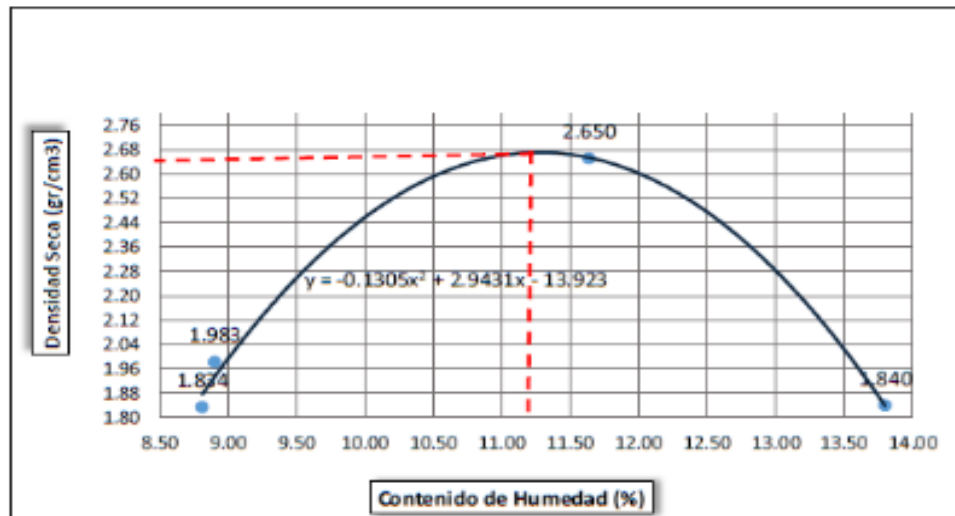
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**NORMA:** ASTM D - 1557

Volumen del Molde = 2130 cm <sup>3</sup>						
	PRUEBA N°		1	2	3	4
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado	(g)	9391.69	8992.03	8412.38	8622.11
2	Peso del molde	(g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2)	(g)	<b>5120.69</b>	<b>4627.03</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
4	Densidad humeda	(g)	<b>2.389</b>	<b>2.159</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
5	Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.65</b>	<b>1.98</b>	<b>1.83</b>	<b>1.84</b>

## ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD						
	DEPOSITO N°		100	200	300	400
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	(g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	(g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2)	(g)	<b>18.89</b>	<b>14.97</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
4	PESO DEPOSITO	(g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4)	(g)	<b>162.33</b>	<b>168.11</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)x100	(%)	<b>11.64</b>	<b>8.90</b>	<b>8.81</b>	<b>13.80</b>



*Thory Cruzado Ruiz*  
ING. CIVIL LABORATORISTA  
REG. CIP N° 208274

Maxima Densidad Seca	2.65 gr/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	10.20 %







## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

CAUCHO  
5%

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**FECHA:** OCTUBRE 2020

IP MUESTRA 11.07

Ubicación	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)
Profundidad	0.20 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9391.69	9161.26	8992.03	8896.23	8412.38	8622.11
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4136.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	<b>5120.69</b>	<b>4890.26</b>	<b>4627.03</b>	<b>4531.23</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00
Densidad Humeda	<b>2.389</b>	<b>2.282</b>	<b>2.159</b>	<b>2.114</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
Tarro N°	11	32	22	42	17	62
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.44	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	<b>18.89</b>	<b>32.41</b>	<b>14.97</b>	<b>19.20</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	<b>162.33</b>	<b>168.87</b>	<b>168.11</b>	<b>166.44</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
% Humedad	<b>11.64</b>	<b>19.19</b>	<b>8.90</b>	<b>11.54</b>	<b>8.81</b>	<b>13.80</b>
Densidad Seca	<b>2.14</b>	<b>1.91</b>	<b>1.98</b>	<b>1.90</b>	<b>1.83</b>	<b>1.84</b>

EXPANSIÓN											
MOLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
01/10/2020	09:30	0	5.000	-	-	4.830	-	-	4.890	-	-
02/10/2020	09:30	24	5.200	0.2	0.17	5.030	0.200	0.17	4.990	0.100	0.09
03/10/2020	09:30	48	5.400	0.4	0.34	5.430	0.600	0.52	4.990	0.100	0.09
04/10/2020	09:30	72	5.550	0.55	0.47	5.680	0.850	0.73	5.490	0.600	0.52
05/10/2020	09:30	96	5.700	0.7	0.60	6.130	1.300	1.12	5.740	0.850	0.73

PENETRACIÓN													
PENET. mm./pulg.	CARGA LIBRAS	MOLDE N° 07 LECTURA	CORREGIDA			MOLDE N° 09 LECT.	CORREGIDA			MOLDE N° 15 LECT.	CORREGIDA		
			LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%		LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%		LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%
			0.020		3.20		120.47	40.16			1.97	108.32	36.11
0.040		12.24	209.83	69.95		6.95	157.57	52.53		4.86	136.85	45.62	
0.060		19.68	283.32	94.45		13.21	219.38	73.13		7.72	165.16	55.06	
0.080		24.73	333.16	111.06		17.08	257.64	85.89		9.96	187.25	62.42	
0.100	500	29.10	376.37	125.46	25.09	20.23	288.71	96.24	19.25	12.38	211.13	70.38	14.08
0.200	1500	41.95	503.27	167.77		29.82	383.43	127.82		17.66	263.32	87.78	
0.300		50.29	585.69	195.24		35.71	441.67	147.23		21.07	296.97	99.00	
0.400		55.51	637.31	212.45		39.77	481.72	160.58		24.02	326.21	108.74	
0.500		59.53	676.96	225.66		43.27	516.36	172.13		25.90	344.73	114.92	



## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

CAUCHO  
5%

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

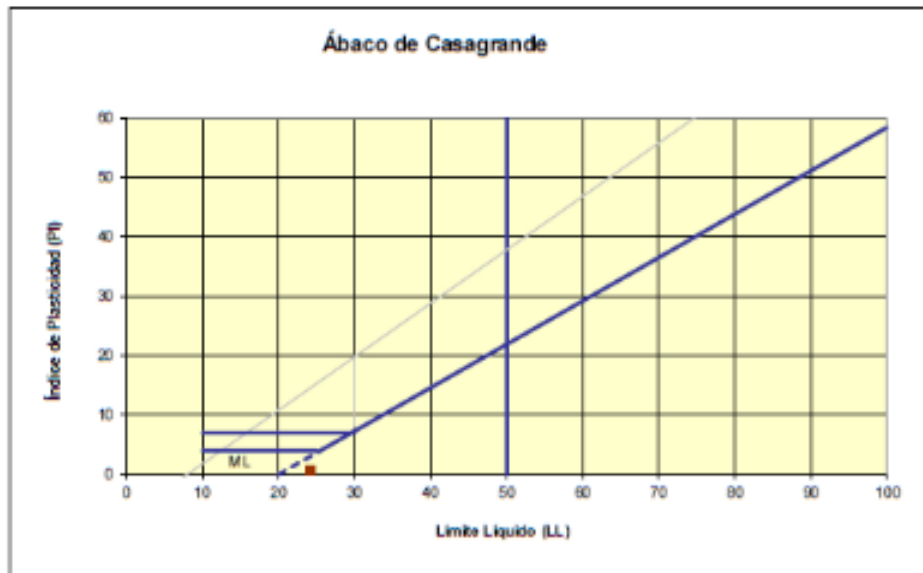
**MUESTRA:** CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+)

**FECHA:** OCTUBRE 2020

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE N°	PENETRACIÓN	LBS/PULG <sup>2</sup>	N° DE GOLPES	C.B.R (%)	D.M. SECA
07	0.1"	125.46	56	25.09	2.14
09	0.1"	96.24	25	19.25	1.98
15	0.1"	70.38	12	14.08	1.83

EMBEBIDO	EXPANSIÓN	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R 100%	C.B.R. 95%
04 Dias	0.82%	0.1"	11.64	2.14 Gr/cc	2.00 Gr/cc	25.09	24.50



CALCULO DE CBR AL 95 %      MDS=      2.00 Gr/cc

CALCULO DE CBR AL 95 %      24.50

**Johnny Cruzado Ruiz**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CP N° 208274





# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN ( PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557 )

CAUCHO  
5 %

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE - CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CAUCATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

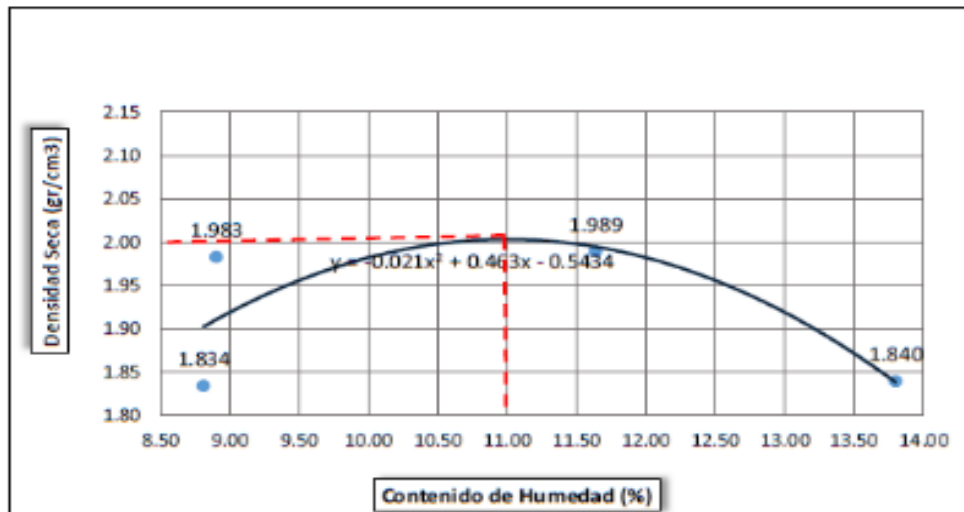
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**NORMA:** ASTM D - 1557

Volumen del Molde = 2130 cm <sup>3</sup>						
	PRUEBA N°		1	2	3	4
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado	(g)	9391.69	8992.03	8412.38	8622.11
2	Peso del molde	(g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2)	(g)	<b>5120.69</b>	<b>4627.03</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
4	Densidad humeda	(g)	<b>2.389</b>	<b>2.159</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
5	Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.99</b>	<b>1.98</b>	<b>1.83</b>	<b>1.84</b>

## ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD						
	DEPOSITO N°		100	200	300	400
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	(g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	(g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2)	(g)	<b>18.89</b>	<b>14.97</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
4	PESO DEPOSITO	(g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4)	(g)	<b>162.33</b>	<b>168.11</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)x100	(%)	<b>11.64</b>	<b>8.90</b>	<b>8.81</b>	<b>13.80</b>



*Johny Cruzado Ruiz*  
ING. CIVIL LABORATORISTA  
REG. CIP N° 208274

Maxima Densidad Seca	1.989 gr/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	11.73 %





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

CACHO  
10%

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGYAPE - CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodríguez

**MUESTRA:** CALICATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**FECHA:** OCTUBRE 2020

**IP MUESTRA** 11.07

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
condicion de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9391.69	9161.26	8992.03	8896.23	8412.38	8622.11
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4336.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	<b>5120.69</b>	<b>4890.26</b>	<b>4627.03</b>	<b>4531.23</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00
Densidad Humeda	<b>2.389</b>	<b>2.282</b>	<b>2.159</b>	<b>2.114</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
Tarro N°	11	32	22	42	17	62
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.44	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	<b>18.89</b>	<b>32.41</b>	<b>14.97</b>	<b>19.20</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	<b>162.33</b>	<b>168.87</b>	<b>168.11</b>	<b>166.44</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
% Humedad	<b>11.64</b>	<b>19.19</b>	<b>8.90</b>	<b>11.54</b>	<b>8.81</b>	<b>13.80</b>
Densidad Seca	<b>2.14</b>	<b>1.91</b>	<b>1.98</b>	<b>1.90</b>	<b>1.83</b>	<b>1.84</b>

EXPANSIÓN											
MOLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
01/10/2020	09:30	0	5.000	-	-	4.830	-	-	4.890	-	-
02/10/2020	09:30	24	5.350	<b>0.35</b>	<b>0.30</b>	4.880	<b>0.050</b>	<b>0.04</b>	5.140	<b>0.250</b>	<b>0.22</b>
03/10/2020	09:30	48	5.650	<b>0.65</b>	<b>0.56</b>	5.030	<b>0.200</b>	<b>0.17</b>	5.640	<b>0.750</b>	<b>0.65</b>
04/10/2020	09:30	72	6.300	<b>1.1</b>	<b>0.95</b>	5.330	<b>0.500</b>	<b>0.43</b>	5.940	<b>1.050</b>	<b>0.91</b>
05/10/2020	09:30	96	6.300	<b>1.3</b>	<b>1.12</b>	5.580	<b>0.750</b>	<b>0.65</b>	6.290	<b>1.400</b>	<b>1.21</b>

PENETRACIÓN														
PENET. mm./pulg.	CARGA STD	LECTURA LIBRAS	MOLDE N° 07				MOLDE N° 09				MOLDE N° 15			
			CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA			LECT.	CORREGIDA			
			LIBRAS	lb/pulg2	%		LIBRAS	lb/pulg2	%		LIBRAS	lb/pulg2	%	
0.020		3.20	<b>120.47</b>	<b>40.16</b>		1.97	<b>108.32</b>	<b>36.11</b>		0.98	<b>98.49</b>	<b>32.83</b>		
0.040		11.70	<b>204.48</b>	<b>68.16</b>		7.32	<b>161.14</b>	<b>53.72</b>		4.14	<b>129.71</b>	<b>43.24</b>		
0.060		19.68	<b>283.32</b>	<b>94.45</b>		13.39	<b>221.16</b>	<b>73.72</b>		7.90	<b>166.94</b>	<b>55.65</b>		
0.080		25.27	<b>336.52</b>	<b>112.84</b>		16.90	<b>255.86</b>	<b>85.29</b>		10.50	<b>192.61</b>	<b>64.21</b>		
0.100	500	29.46	<b>379.94</b>	<b>126.65</b>	<b>25.33</b>	19.87	<b>285.14</b>	<b>95.05</b>	<b>19.01</b>	12.56	<b>212.92</b>	<b>70.98</b>	<b>14.20</b>	
0.200	1500	41.95	<b>503.27</b>	<b>167.77</b>		29.64	<b>381.65</b>	<b>127.22</b>		18.20	<b>268.67</b>	<b>89.56</b>		
0.300		49.75	<b>580.33</b>	<b>193.45</b>		35.89	<b>443.45</b>	<b>147.83</b>		21.79	<b>304.11</b>	<b>101.38</b>		
0.400		55.69	<b>638.10</b>	<b>213.04</b>		39.77	<b>481.72</b>	<b>160.58</b>		23.84	<b>324.43</b>	<b>108.15</b>		
0.500		59.53	<b>676.96</b>	<b>225.66</b>		43.27	<b>516.36</b>	<b>172.13</b>		25.36	<b>339.38</b>	<b>113.13</b>		



## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

CAUCHO  
10%

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01

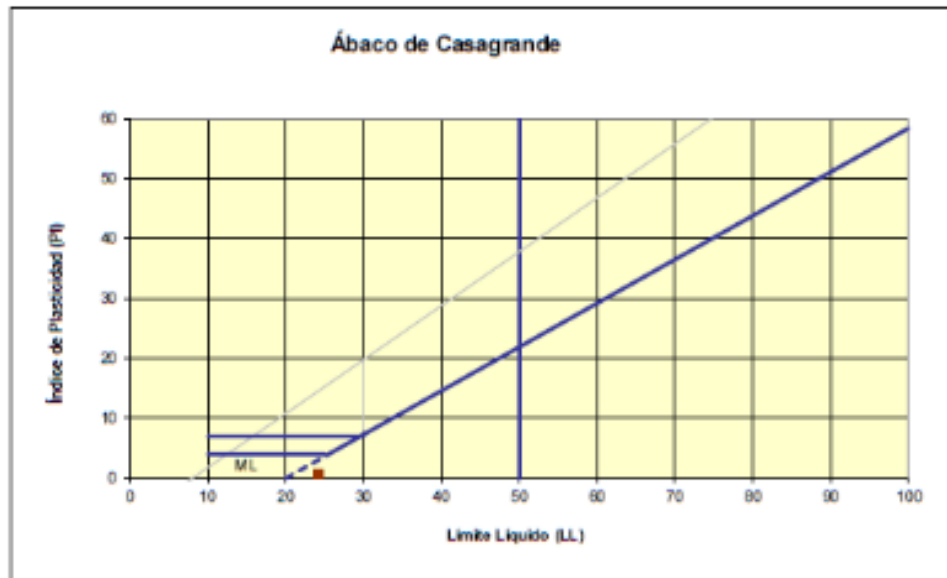
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4 H)

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE N°	PENETRACIÓN	LBS/PULG <sup>2</sup>	N° DE GOUJES	C.B.R. (%)	D.M. SECA
07	0.1"	126.65	56	25.33	2.14
09	0.1"	95.05	25	19.01	1.98
15	0.1"	70.98	12	14.20	1.83

EMBEUDO	EXPANSIÓN	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R. 100%	C.B.R. 95%
04 Dias	0.99%	0.1"	11.64	2.14 Gr/cc	1.62 Gr/cc	28.87	26.80



CALCULO DE CBR AL 95 %

MDS=

26.80 Gr/cc

CALCULO DE CBR AL 95 %

26.80

*Johny Cruzado Ruiz*  
**Johny Cruzado Ruiz**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CIP N° 208274





# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN

( PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557 )

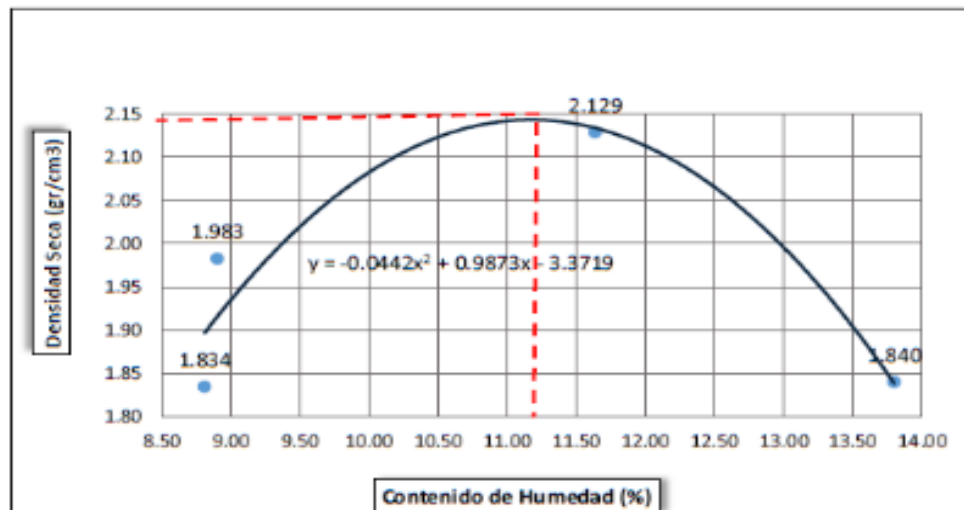
CAUCHO  
10%

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"  
**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez  
**MUESTRA:** CAUCATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)  
**FECHA:** OCTUBRE 2020  
**NORMA:** ASTM D - 1557

Volumen del Molde = 2130 cm <sup>3</sup>						
	PRUEBA N°		1	2	3	4
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado	(g)	9391.69	8992.03	8412.38	8622.11
2	Peso del molde	(g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2)	(g)	5120.69	4627.03	4276.38	4486.11
4	Densidad humeda	(g)	2.389	2.159	1.996	2.093
5	Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.13	1.98	1.83	1.84

## ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD						
	DEPOSITO N°		100	200	300	400
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	(g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	(g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2)	(g)	18.89	14.97	13.66	23.99
4	PESO DEPOSITO	(g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4)	(g)	162.33	168.11	155.04	173.83
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)x100	(%)	11.64	8.90	8.81	13.80



*Johnny Cruzado Ruiz*  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CIP N° 208274

Maxima Densidad Seca	1.76 gr/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	19.70%





## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

CAUCHO  
15%

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALCATA 01 **LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**FECHA:** OCTUBRE 2020

**IP MUESTRA** 11.07

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

C. B. R.						
Molde N°	07		09		15	
N° de Capas	05		05		05	
No de golpes por capa	56		25		12	
condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Humedo	9391.69	9161.26	8992.03	8896.23	8412.38	8622.11
Peso del Molde	4271.00	4271.00	4365.00	4365.00	4336.00	4136.00
Peso del Suelo Humedo	<b>5120.69</b>	<b>4890.26</b>	<b>4627.03</b>	<b>4531.23</b>	<b>4276.38</b>	<b>4486.11</b>
Volumen del Suelo	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00	2143.00
Densidad Humeda	<b>2.389</b>	<b>2.282</b>	<b>2.159</b>	<b>2.114</b>	<b>1.996</b>	<b>2.093</b>
Tarro N°	11	32	22	42	17	62
Peso Tarro + Suelo Humedo	493.22	479.28	476.08	564.64	530.70	483.82
Peso Tarro + Suelo Seco	474.33	446.87	461.11	545.64	517.04	459.83
Peso de Agua Contenida	<b>18.89</b>	<b>32.41</b>	<b>14.97</b>	<b>19.20</b>	<b>13.66</b>	<b>23.99</b>
Peso de Tarro	312.00	278.00	293.00	379.00	362.00	286.00
Peso del Suelo Seco	<b>162.33</b>	<b>168.87</b>	<b>168.11</b>	<b>166.44</b>	<b>155.04</b>	<b>173.83</b>
% Humedad	<b>11.64</b>	<b>19.19</b>	<b>8.90</b>	<b>11.54</b>	<b>8.81</b>	<b>13.80</b>
Densidad Seca	<b>2.14</b>	<b>1.91</b>	<b>1.98</b>	<b>1.90</b>	<b>1.83</b>	<b>1.84</b>

EXPANSIÓN											
MOLDE N°			07			09			15		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%
01/10/2020	09:30	0	5.000	-	-	4.830	-	-	4.890	-	-
02/10/2020	09:30	24	5.250	<b>0.25</b>	<b>0.22</b>	5.180	<b>0.350</b>	<b>0.30</b>	5.140	<b>0.250</b>	<b>0.22</b>
03/10/2020	09:30	48	5.350	<b>0.35</b>	<b>0.30</b>	5.380	<b>0.550</b>	<b>0.47</b>	5.640	<b>0.750</b>	<b>0.65</b>
04/10/2020	09:30	72	5.500	<b>0.5</b>	<b>0.43</b>	5.580	<b>0.750</b>	<b>0.65</b>	5.890	<b>1.000</b>	<b>0.86</b>
05/10/2020	09:30	96	5.950	<b>0.95</b>	<b>0.82</b>	6.080	<b>1.250</b>	<b>1.08</b>	6.090	<b>1.200</b>	<b>1.03</b>

PENETRACIÓN													
PENET. mm./pulg.	CARGA STD LIBRAS	MOLDE N° 07 LECTURA	CORREGIDA			MOLDE N° 09 LECT.	CORREGIDA			MOLDE N° 15 LECT.	CORREGIDA		
			LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%		LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%		LIBRAS	lib/pulg <sup>2</sup>	%
			0.020		3.20		<b>120.47</b>	<b>40.16</b>			1.97	<b>108.32</b>	<b>36.11</b>
0.040		11.70	<b>204.48</b>	<b>68.16</b>		7.32	<b>161.14</b>	<b>53.72</b>		4.68	<b>135.07</b>	<b>45.03</b>	
0.060		20.04	<b>286.89</b>	<b>95.64</b>		13.21	<b>219.38</b>	<b>73.13</b>		7.90	<b>166.94</b>	<b>55.65</b>	
0.080		25.27	<b>338.52</b>	<b>112.84</b>		16.72	<b>254.07</b>	<b>84.70</b>		10.14	<b>189.04</b>	<b>63.02</b>	
0.100	500	29.10	<b>376.37</b>	<b>125.46</b>	<b>25.09</b>	19.87	<b>285.14</b>	<b>95.05</b>	<b>19.01</b>	12.01	<b>207.56</b>	<b>69.19</b>	<b>13.84</b>
0.200	1500	42.13	<b>505.06</b>	<b>168.36</b>		29.64	<b>381.65</b>	<b>127.22</b>		18.20	<b>268.67</b>	<b>89.56</b>	
0.300		49.57	<b>578.55</b>	<b>192.86</b>		36.07	<b>445.24</b>	<b>148.42</b>		21.61	<b>302.33</b>	<b>100.78</b>	
0.400		55.33	<b>635.53</b>	<b>211.85</b>		39.58	<b>479.94</b>	<b>159.99</b>		23.48	<b>320.86</b>	<b>106.96</b>	
0.500		59.89	<b>680.53</b>	<b>226.85</b>		43.27	<b>516.36</b>	<b>172.13</b>		25.90	<b>344.73</b>	<b>114.92</b>	



## LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM - D1883

CAUCHO  
15%

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRIETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**MUESTRA:** CALICATA 01

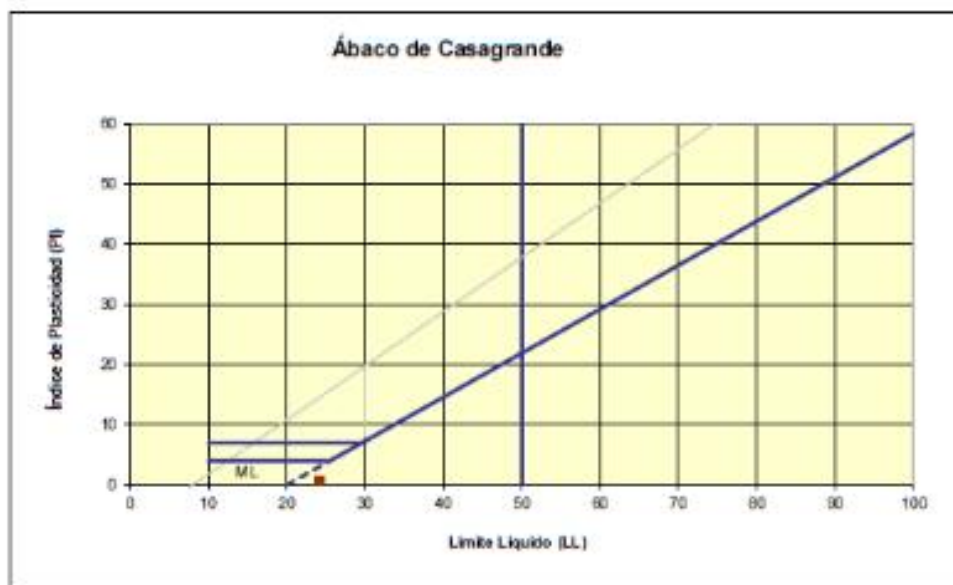
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+C)

<b>Ubicación</b>	Tramo: Carretera Chongoyape - Chota
<b>Profundidad</b>	0.20 - 1.50

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDEN°	PENETRACIÓN	LIBS/PULG2	N° DE GOLPES	C.B.R (%)	D.M. SECA
07	0.1"	125.46	56	25.09	2.14
09	0.1"	95.05	25	19.01	1.98
15	0.1"	69.19	12	13.84	1.83

EMBEUDO	EXPANSIÓN	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	C.B.R 100%	C.B.R. 95%
04 Dias	0.98%	0.1"	11.64	2.14 Gr/cc	1.50 Gr/cc	25.09	23.20



CALCULO DE CBR AL 95 %

MDS-

1.50 Gr/cc

CALCULO DE CBR AL 95 %

23.20

**Johnny Cruzado Ruiz**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CP. N° 208714







# LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN ( PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557 )

CAUCHO  
15%

**PROYECTO:** "EVALUACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DE ORGANOSILANO Y ELASTÓMERO APLICADO A LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA CHONGOYAPE CHOTA 2019"

**SOLICITANTE:** Lucio Bryan Galvez Rodriguez

**LOCALIZACIÓN:** Tramo: Carretera Chongoyape - Chota (Prog. 4+000)

**MUESTRA:** CAUCATA 01

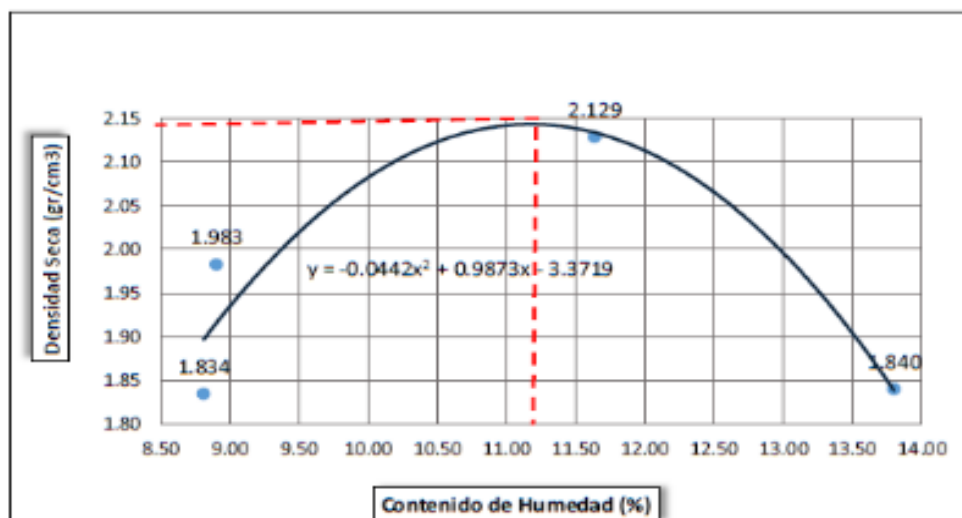
**FECHA:** OCTUBRE 2020

**NORMA:** ASTM D - 1557

Volumen del Molde = 2130 cm <sup>3</sup>						
	PRUEBA N°		1	2	3	4
1	Peso de molde + Suelo humedo compactado	(g)	9391.69	8992.03	8412.38	8622.11
2	Peso del molde	(g)	4271	4365	4136	4136
3	Peso del Suelo humedo compactado (1-2)	(g)	5120.69	4627.03	4276.38	4486.11
4	Densidad humeda	(g)	2.389	2.159	1.996	2.093
5	Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.13	1.98	1.83	1.84

## ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD						
	DEPOSITO N°		100	200	300	400
1	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	(g)	493.22	476.08	530.70	483.82
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	(g)	474.33	461.11	517.04	459.83
3	PESO DE AGUA CONTENIDA (1-2)	(g)	18.89	14.97	13.66	23.99
4	PESO DEPOSITO	(g)	312.00	293.00	362.00	286.00
5	PESO MUESTRA SECA (2-4)	(g)	162.33	168.11	155.04	173.83
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (3/5)x100	(%)	11.64	8.90	8.81	13.80



  
**Johnny Cruzado Ruiz**  
 ING. CIVIL LABORATORISTA  
 REG. CIP N° 208274

Maxima Densidad Seca	1.64 gr/cm <sup>3</sup>
Optimo Contenido de Humedad	16.70 %



## Anexo 4: FOTOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

### Ensayos con el Aditivo Terrasil:



Ensayos con el caucho reciclado:

